LUND UNIVERSITY

Verifiering, kontroll och dokumentation vid brandteknisk projektering

Lundin, Johan

2001

Link to publication

Citation for published version (APA):
Lundin, J. (2001). *Verifiering, kontroll och dokumentation vid brandteknisk projektering*. (LUTVDG/TVBB--3122--SE; Vol. 3122). [Publisher information missing].

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Verifiering, kontroll och dokumentation vid brandteknisk projektering

Johan Lundin

Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 3122, Lund 2001

Reviderad version.

Rapporten är finansierad av Brandforsk

Verifiering, kontroll och dokumentation vid brandteknisk projektering

Johan Lundin

Lund 2001

Reviderad version!

Revidering har genomförts under februari 2002 eftersom terminologin har förändrats sedan rapporten skrevs. Revideringen består i att begreppet dimensionering genom beräkning genomgående ersatts av analytisk dimensionering.

Rapporten är finansierad av Brandforsk

Verifiering, kontroll och dokumentation vid brandteknisk projektering

Johan Lundin

Report 3122
ISSN: 1402-3504
ISRN: LUTVDG/TVBB--3122--SE

Antal sidor: 124
Illustrationer och figurer: Johan Lundin

Sökord:
Verifiering, kontroll, dokumentation, brandskyddsdokumentation, analytisk dimensionering, förenklad dimensionering, osäkerhet, avsteg, dimensioneringsmetoder.

Keywords
Verification, control, documentation, fire safety, performance-based design, fire safety design, prescriptive design, deemed to satisfy solution, uncertainty, trade-off, design methods, design based on calculations.

Abstract
A number of fire safety documentations resulting from design based on calculations have been studied. The conclusions of this study are alarming. Considerable deficiencies were found in verification, and these deficiencies were not discovered during control. Examples are inadequate documentation for the assessment of the effects on safety, properties other than those related to safety measures were disregarded, praxis was applied incorrectly as a method of verification, and the planner disregarded demands other than those on personal safety. This report presents a qualitative method of analysis for the identification of verification needs. This analysis leads to the basis for assessing how verification should be carried out, regarding scope, types of methods and complexity.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2000.

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
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

brand@brand.lth.se
http://www.brand.lth.se/english

Telephone: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

Förord

Rapporten utgör slutrapport i projektet *Förtydligad metodik för brandteknisk projektring,* vilket har bedrivits under tiden april 2000 till april 2001.

Projektet har finansierats av Brandforsk vilket är statens, försäkringsbranschens och näringslivets gemensamma organ för att initiera, bekosta och följa upp olika slag av brandforskning. Projektet har följande projektnummer hos Brandforsk: 316-001

Till projektet har en referensgrupp varit knuten med följande representanter:
Eva-Marie Abrahamsson, Malmö brandkår
Anders Apell, Räddningsverket
Staffan Bengtson, Brandskyddslaget
Kjell Fallqvist, Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB
Håkan Frantzich (projektledare), Brandteknik
Susanne Hessler, Brandforsk
Robert Jönsson, Brandteknik
Johan Lundin, Brandteknik
Hans Ohlson, Stockholms stadsbyggnadskontor
Jan Rasmusson, NCC AB
Ingmar Ström, Malmö stadsbyggnadskontor

Under projektet har brandskyddsdokumentationer tillhandahållits av fler brandförsvar och konsultföretag. Till dessa riktas ett stort tack. För att undvika att något av exemplen som används i rapporten förknippas med någon specifik konsultfirma eller konsult, behandlas exemplen konfidentiellt.

Sammanfattning

Om en byggnads brandskydd utformas med andra lösningar och metoder än vad kraven och de allmänna råden i BBR innebär, frångås en så kallad förenklad dimensionering och analytisk dimensionering blir aktuell. Detta sker ofta genom ett tekniskt byte, där en förändring av brandskyddet sker genom att en eller flera skyddsåtgärder byts ut. Vid analytisk dimensionering måste projektören uttryckligen visa att kraven på brandsäkerhet uppfylls. Det är då motiverat att betydligt högre krav ställs på både verifiering, kontroll och dokumentation jämfört med förenklad dimensionering. Vilken omfattningen som är nödvändig varierar från fall till fall. Med analytisk dimensionering avses även provning och en kombination av provning och beräkning.

I Brandforskprojektet ”Förtydligad metodik för brandteknisk projektering” har en rad brandskyddsdokumentationer där analytisk dimensionering använts studerats. Slutsatserna från studien är oroväckande. Den visar på allvarliga brister vid verifiering förekommer och att dessa brister inte uppmärksammats vid kontroll. Exempel på brister är otillräcklig dokumentation för att bedöma effekten på säkerheten, att andra egenskaper än skyddsåtgärdernas funktion förbises, att s.k. vedertagen praxis används på ett felaktigt sätt, att projektören bortser från andra egenskapskrav än personsäkerhet, mm.

För att komma tillrätta med dessa problem krävs tydligare riktlinjer för *vad* som behöver verifieras. Det innebär i sin tur att kriterier för hur utvärdering av en analytiskt dimensionerad lösning bör ske måste utarbetas. Dessutom bör projektören tillhandahållas en struktur till krav på dokumentation, verifiering och kontroll vid analytisk dimensionering.

I rapporten presenteras en kvalitativ analysmetod för att identifiera verifieringsbehovet. Användning av metoden resulterar i att omfattning av verifiering klargörs, som i sin tur utgör ett nödvändigt underlag för att bedöma *hur* verifieringen skall ske och vilken strategi som krävs vid hantering av osäkerheterna i beräkningarna. Val av verifieringsmetod påverkas också av hur hantering av osäkerheter sker. För att kraven på säkerhet skall kunna efterlevas måste de osäkerheter som kan påverka säkerheten hanteras på ett tillfredsställande sätt och att det redovisas hur detta har gjorts. Vid analys av verifieringsbehovet studeras förändringen av brandskyddet med avseende på följande faktorer:

- **Brandskyddets uppbyggnad** (med utgångspunkt från rubriker i BBR)
- **Syftet med kraven på brandskydd** (utifrån egenskapskraven i BVF)
- **Brandskyddets egenskaper**
- **Hantering av osäkerheter**

En otillräcklig verifiering innebär en risk för att byggnadens utförande inte är tillfredsställande, då kraven i byggreglerna inte uppfyllts, fast dokumentationen ger sken av att säkerheten är acceptabel. Att flera egenskapskrav påverkas vid en förändring av brandskyddsstrategin riskerar att förbises om inte verifieringsbehovet struktureras på ett bra sätt.

Rapporten leder inte till en bedömning av hur komplicerade beräkningar, kvalitativt resonemang eller provning måste vara för att visa att målen i BBR verkligen är uppfyllda.

Summary

When the fire protection measures for a building are designed with methods and solutions other than those laid down in the specifications and the general guidelines in the building regulations, prescriptive design is no longer applicable, and design based on calculations must be applied. This often takes place due to a trade-off, in which the fire protection system is changed by the replacement of one of more measures. When applying design based on calculations, the designer must explicitly prove that the fire safety requirements are fulfilled. Higher demands on verification, control and documentation, compared with simple dimensioning, are then motivated. The degree varies from one case to another.

In this project, "Elucidation of the Methodology for Fire Safety Design", a number of fire safety documentations resulting from design based on calculations have been studied. The conclusions of this study are alarming. Considerable deficiencies were found in verification, and these deficiencies were not discovered during control. Examples are inadequate documentation for the assessment of the effects on safety, attributes other than those related to the function of the safety measures were disregarded, praxis was applied incorrectly as a method of verification, and the planner disregarded demands other than those on personal safety.

In order to remedy this situation, clearer guidelines are required regarding what must be verified. This, in turn, means that criteria for the evaluation of how a fire safety system should be design based on calculations must be developed. Also, the designer should be supported with guidelines for verification, control and documentation of fire safety design based on calculations.

This report presents a qualitative method of analysis for the identification of verification needs. This analysis leads to the basis for assessing how verification should be carried out, regarding scope, types of methods and complexity. The choice of verification method is also affected by the way in which uncertainties are dealt with. In order to be able to fulfil the demands on safety, the uncertainties that affect safety must be dealt with in a satisfactory way, and the way in which this is done must be documented. In the analysis of the verification needs, changes in fire protection measures are studied with regard to the following factors:

- **The construction of the fire safety system** (based on the headings in BBR)
- **The objectives of the demands on fire safety** (based on the demands in BVF)
- **The properties of the fire safety systems**
- **The way in which uncertainties are dealt with**

Inadequate verification leads to the risk of the building not being properly constructed, as building demands have not been met, although the documentation gives the impression that the level of safety is acceptable.

This report does not present an assessment of the degree of verification required or how extensive the calculations, the qualitative reasoning or testing must be in order to demonstrate that the objectives have been fulfilled. It does, however, present a basis for the determination of these factors.

Innehåll

Förord ..... **i**

Sammanfattning ..... **iii**

Summary ..... **iv**

Innehåll ..... **v**

1 Introduktion **1**
1.1 Inledning 1
1.2 Mål 1
1.3 Bakgrund 1
1.4 Problembeskrivning 4
1.5 Syfte 6

2 Osäkerheter vid dimensionering **7**
2.1 Klasser av osäkerheter 7
2.1.1 Osäkerheter i resurser 7
2.1.2 Osäkerheter i antaganden och beslut 8
2.1.3 Osäkerhet i beräkningsmodeller 8
2.1.4 Osäkerhet i indata 8
2.2 När skall osäkerheter beaktas 9
2.2.1 Ingen hänsyn tas 9
2.2.2 Grov uppskattning av osäkerheter 10
2.2.3 Detaljerad analys av osäkerheter 10
2.3 Hantering av osäkerheter i dimensionering 10
2.3.1 Förenklad dimensionering 11
2.3.2 Analytisk dimensionering 12

3 Internationella handböcker **13**
3.1 Vad finns det för handböcker? 13
3.2 Hur behandlas verifiering? 14

4 Begrepp och definitioner **17**
4.1.1 Alternativ utformning enligt BBR 5:11 (avsteg från krav) 18
4.1.2 Krav i BBR uppfylls med andra lösningar och metoder (avsteg från råd) 20
4.1.3 Förenklad dimensionering frångås 21
4.1.4 Tekniska byten 22
4.1.5 Mindre avvikelser enligt BBR 1:2 23

5 Krav på verifiering i byggreglerna **25**

6 Analys av brandskyddsdokumentationer **27**
6.1 Avsikt med analysen 27
6.2 Exempel på otillräcklig verifiering 27
6.2.1 Egenskapskrav i BVF glöms bort 28
6.2.2 Tillförlitlighet hos brandskyddet beaktas ej 28
6.2.3 Olika komplicerade lösningar vid tekniska byten 31
6.2.4 Olika effekt i olika delar av byggnaden 31
6.2.5 Egenskaper hos brandskyddet förbises 32
6.2.6 Byte av skydd mellan olika skyddsmål 32
6.2.7 Dold effekt av en förändring av brandskyddet 32
6.2.8 Ändring (ombyggnad) 33
6.2.9 Förändring av mål med dimensioneringen 33

6.2.10 Effekt kan ej utvärderas kvantitativt ... 33
6.2.11 Effekt av faktorer som inte omfattas av bygglagstiftningen ... 34
6.2.12 Åberopande av vedertagen praxis ... 34

7 Analys av verifieringsbehovet ... 37
7.1 Brandskyddets uppbyggnad ... 38
7.1.1 Analys av brandskyddets syfte ... 39
7.1.2 Tolkning av matrisen ... 41
7.1.3 Integrerade skyddsåtgärder ... 42
7.2 Syftet med kraven på brandskydd ... 43
7.2.1 Otydlig koppling mellan byggregler och egenskapskrav ... 44
7.3 Brandskyddets egenskaper ... 46
7.3.1 Funktion ... 47
7.3.2 Mänskligt agerande ... 48
7.3.3 Brandskyddsstrategins komplexitet ... 49
7.3.4 Brandskyddssystemets komplexitet ... 49
7.3.5 Flexibilitet ... 50
7.3.6 Känslighet ... 50
7.3.7 Tillförlitlighet ... 50
7.3.8 Sårbarhet ... 51
7.3.9 Slutsats ... 52
7.4 Hantering av osäkerheter i beräkningar ... 53

8 Verifieringsmetoder ... 57
8.1 Kvalitativa metoder ... 57
8.2 Halv-kvantitativa metoder ... 58
8.3 Kvantitativa metoder ... 59
8.3.1 Scenarioanalys – enkel konsekvensberäkning ... 60
8.3.2 Händelseträdsbaserad analys – probabilistiskt angreppssätt ... 60
8.3.3 Finns det alternativ till beräkning? ... 61
8.3.4 Vad förbises i en kvantitativ analys? ... 62

9 Dokumentation och kontroll ... 63
9.1 Dokumentation av verifiering ... 63
9.2 Kontroll av verifiering ... 64
9.3 Kompetensbehov vid projektering och kontroll ... 68

10 Verifiering av en byggnads brandskydd ... 71
10.1 Strukturering av verifieringsbehovet ... 72
10.2 Checklista för egenskaper ... 73
10.2.1 Funktion ... 73
10.2.2 Mänskligt agerande ... 73
10.2.3 Brandskyddssystemets komplexitet ... 74
10.2.4 Brandskyddsstrategins komplexitet ... 74
10.2.5 Flexibilitet ... 74
10.2.6 Känslighet ... 75
10.2.7 Tillförlitlighet ... 75
10.2.8 Sårbarhet ... 75
10.3 Hantering av osäkerheter ... 75
10.4 Slutsats från analys av verifieringsbehovet ... 76

11 Diskussion ... 77
11.1 Missvisande namn? ... 77
11.2 Stor eller liten förändring av brandskyddet ... 77
11.3 Schablon från tidigare lagstiftning ... 78
11.4 Särbehandling av sprinklersystem? ... 79
11.5 Oförändrad säkerhetsnivå ... 79

12 Slutsatser 81
12.1 Vad fungerar inte i dagsläget? 81
12.2 Internationella handböcker 83
12.3 Krav på verifiering i byggreglerna 84
12.4 Analys av verifieringsbehovet 84

13 Fortsatt forskning och utveckling 85
13.1 Utveckling av nya verifieringsmetoder 86
13.2 Otydligt preciserade funktionskrav 87
13.3 Otillräcklig hantering av osäkerhet 87

Referenser 89

Appendix A Ändring av industri till kontor 93

Appendix B Minimikrav för dokumentation 97

Appendix C Korrespondens med Boverket 99

Appendix D Artikel av Aslög Gyberg, Boverket 107

1 Introduktion

1.1 Inledning

Sedan en tid tillbaka har föreskrifter för byggnadstekniskt brandskydd varit funktionsbaserade. En sådan föreskrift beskriver *vad* som skall uppnås, men specificerar inte i detalj *hur* detta uttryckligen skall lösas. Som en följd av introduktionen av dessa regler i mitten av 1990-talet har nya metoder för brandteknisk projektering utvecklats. Dessa har till stor utsträckning baseras på beprövade beräkningsmetoder samt så kallade tekniska byten och används parallellt med att tidigare metoder tillämpats. Tyvärr saknas det kunskap om och tradition i att använda de nya metoderna på ett organiserat sätt, speciellt när gamla och nya metoderna kombineras. Då är det osäkert om hela byggnadens totala brandskyddskoncept beaktas i tillräcklig omfattning.

1.2 Mål

Följande punkter beskriver de mål som projektet ”Förtydligad metodik för brandteknisk projektering” har haft. Denna rapport utgör slutrapporteringen av projektet.

- Redovisa kriterier för när och hur verifiering av en analytiskt dimensionerad lösning bör ske.
- Redovisa strukturen i en rad internationella brandtekniska handböcker avseende punkten ovan.
- Utarbeta en struktur till krav på verifiering, kontroll och dokumentation för analytiskt dimensionering.

1.3 Bakgrund

För att strukturera begreppen har definitioner av två principiellt olika typer av dimensionering införts (Frantzich & Lundin, 2000).

- förenklad dimensionering och
- analytisk dimensionering

Den första metoden baseras till största delen på traditionella detaljlösningar vilka har sitt ursprung i tidigare byggnormer. Metoden har vuxit fram och utvecklats genom erfarenhet. Andra namn för denna metod har varit schablon- eller tabellmetod, eftersom förutsättningarna ofta presenteras som tabellvärden. Dimensioneringen utgår ifrån att alla relevanta krav och allmänna råd i föreskriften för den aktuella byggnaden skall följas. Projekteringen är förhållandevis enkel och kravet på dokumentation är lågt. Eftersom metoden är enkel är den också lätt att kontrollera. Tidigare har begreppet förenklad dimensionering förknippats med dimensionering av bärförmåga, då endast detta egenskapskrav kunde dimensioneras med olika typer av metoder. Eftersom de funktionsbaserade föreskrifterna nu möjliggör att analytisk dimensionering används för att uppfylla även de andra egenskapskraven kan omfattningen av begreppet förenklad dimensionering utvidgas. Med förenklad dimensionering avses i rapporten det tillvägagångssätt som beskrivs ovan, men gällande för alla egenskapskrav och inte bara för byggnadens bärförmåga.

Om de byggnadstekniska förutsättningar inte passar in i den mall som utgör grunden för förenklad dimensionering blir analytisk dimensionering nödvändig. Det innebär att så fort exempel eller schabloner som inte uttryckligen anges som allmänna råd i BBR (1998) används skall analytisk dimensionering tillämpas. Det är sällan som förenklad dimensionering kan tillämpas fullt ut likaväl som analytisk dimensionering sällan omfattar hela byggnadens brandskydd. Utgångspunkt tas oftast i förenklad dimensionering, men delar av brandskyddet förändras genom att andra lösningar och metoder används i *varierande* utsträckning. Analytisk dimensionering, utgår därför ifrån en *verifiering* av de grundläggande funktionskraven i byggnormen som påverkas av förändringen. Verifiering är nyckelordet eftersom nu måste projektören visa att funktionskraven uppnås och/eller att samhällets krav på säkerhet tillgodoses. Vilken metod som används vid framtagande av en lösning är inte reglerat, men styr i stor utsträckning vilken omfattning som är nödvändig vid verifiering. Det är viktigt att samma tillvägagångssätt inte tillämpas vid verifiering, kontroll och dokumentation av lösningar som tagits fram med analytisk dimensionering, som när förenklad dimensionering används, se Figur 1.

Förenklad dimensionering	Analytisk dimensionering
Alla ändamålsenliga krav och allmänna råd i BBR följs för hela byggnaden. Boverkets rapporter och övriga råd, t.ex. BÄR, kan också tillämpas.	Hela eller delar av lösningen baseras på: • erfarenhet • tidigare föreskrifter • exempel från andra länder • vedertagen praxis • beräkningar & provning • reducering av befintligt skydd Dessa tillvägagångssätt benämns *andra lösningar och metoder*, vilka ofta finns beskrivna i olika typer av handböcker. **Samtliga kräver att verifiering utförs!**

Figur 1 Tillvägagångssätt för att ta fram en brandskyddsstrategi vid projektering.

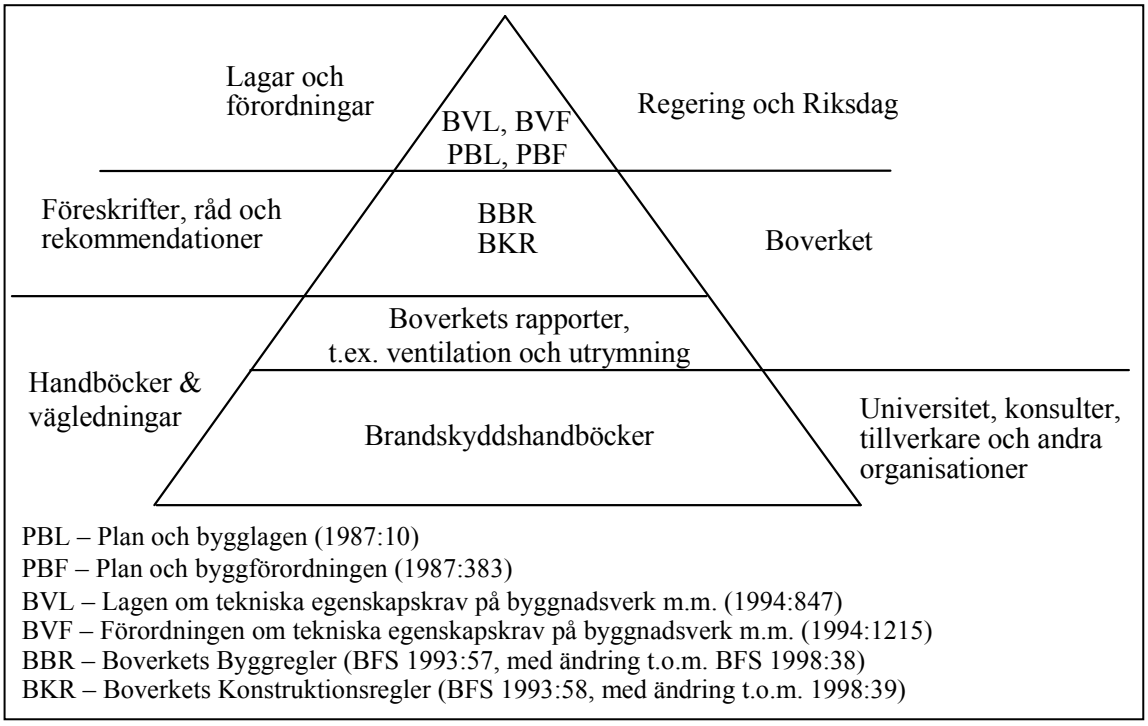
Det finns en del fundamentala skillnader mellan de båda metoderna. Även om förändringen enbart berör delar av byggnaden, måste principerna för verifiering, kontroll och dokumentation för analytisk dimensionering ändå tillämpas. Därmed inte sagt att det faktiska arbetet behöver bli mer omfattande, men konsekvensen för byggnadens totala brandskydd av att använda olika dimensioneringsmetoder på olika delar av byggnaden måste utredas.

Vid förenklad dimensionering är det relativt låga krav på verifiering i samband med projektering av själva lösningen. Om dimensionering däremot enbart sker med utgångspunkt från egenskapskrav i BVF (1997) och funktionskrav i BBR (1998), utan att använda förenklad dimensionering som stöd, ställs betydligt större krav på verifiering. Det gäller både val av verifieringsmetod och acceptanskriterier. Lösningen är i ett sådant fall till stor del obeprövad och kunskap om hur den påverkas när byggnaden tas i bruk saknas. Eftersom det idag saknas väl preciserade acceptanskriterium till många funktions-

krav, är det i princip omöjligt att enbart dimensionera brandskyddet med utgångspunkt från beräkning.

Om delar av en byggnads brandskydd inte följer de detaljerade anvisningar som förenklad dimensionering innebär kan det få olika omfattande effekter på säkerheten. Om endast en liten förändring av förenklad dimensionering utförs är en fullständig analys av en byggnads säkerhet orimlig, med avseende på den tid och de resurser som krävs. Samtidigt kan relativt små avvikelser från förenklad dimensionering leda till en stor påverkan på säkerheten. Det är önskvärt att enbart verifiera de delar av det totala brandskyddet som berörs av en förändringen med utgångspunkt från förenklad dimensionering och den effekt på säkerheten som det får. Det gör det nödvändigt att analysera behovet av verifiering vid analytisk dimensionering där endast delar av skyddet omfattas av en förändring. I rapporten ses analytisk dimensionering som ett tillvägagångssättet vid förändring av det brandskyddet som förenklad dimensionering resulterar i. Omfattningen av förändringen och dess påverkan på brandsäkerheten är avgörande för hur omfattande krav som ställs på verifiering, kontroll och dokumentation.

Det är nödvändigt för projektören att vara medveten om kopplingen mellan lag, förordning och föreskrift samt hur och var de olika delarna av en byggnads brandskydd täcks in. Den lagstiftning som först och främst är aktuell i samband med analys av samhällets krav på byggnadstekniskt brandskydd sammanfattas i Figur 2.



Figur 2 Hierarkisk uppbyggnad av bygglagstiftning, råd och riktlinjer i samband med dimensionering av det byggnadstekniska brandskyddet.

I Boverkets byggregler (BBR, 1998) föreskrivs hur *delar* av lagarna och förordningarna skall uppfyllas. Att bygga enbart utifrån kraven i BBR garanterar inte nödvändigtvis att alla kraven i BVL och BVF uppfylls (Gyberg, 1999), se vidare Appendix D.

1.4 Problembeskrivning

Det problem som lyfts fram i rapporten är att det saknas riktlinjer för hur projektören, beställaren och den enskilde och samhället kan vara säkra på att säkerheten vid brand är tillgodosedd när analytisk dimensionering används. Problemet ligger egentligen inte i de ingenjörsmässiga metoderna som sådana utan hur de kopplas samman i ett system, vilket skall leda till verifiering av brandskyddets upprätthållande.

För att hantera osäkerheter vid analytisk dimensionering finns viss vägledning i exempelvis internationella handböcker (BSI DD240, 1997; FEG, 1996; ISO, 1998; SFPE, 2000). I dessa handböcker presenteras framför allt metoder för att räkna på exponering av brand och brandgas samt att dimensionera skydd för människor och egendom. I projekteringssammanhang utgör detta en begränsad del av vilka metoder som behövs vid verifiering. Det som saknas är framför allt koppling till hantering av osäkerhet samt analys av verifieringsbehovet vid tekniska byten. I handböckerna diskuteras översiktligt osäkerheter i indata och även till viss del tillförlitlighet i tekniska system. Däremot saknas metoder för fortplantning av osäkerheter i indata i komplexa beräkningsmodeller och hur hänsyn skall tas till de osäkerheter som själva beräkningsmodellerna medför. Osäkerheter i samband med strukturering av dimensionering eller verifiering behandlas inte heller i de nämnda handböckerna.

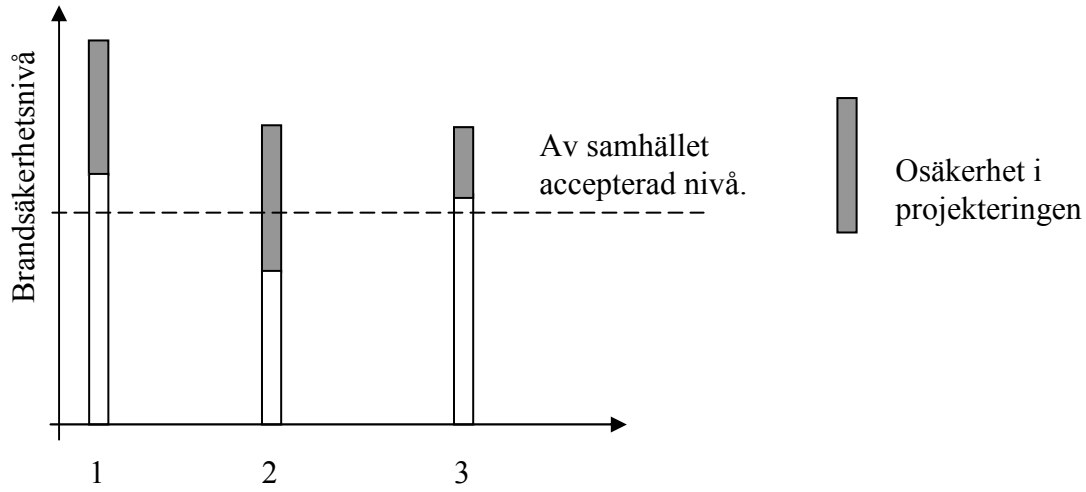
Vilka krav på verifiering som skall ställas vid analytisk dimensionering beror på i vilken omfattning brandskyddet förändras och vilken effekt det har på säkerheten. Följande punkter måste kartläggas för att bestämma storleken och därmed omfattningen av krav på verifiering:

- Hur stor del av brandskyddsstrategin påverkas av en förändring av brandskyddet?
- Påverkas samverkan mellan olika brandskyddssystem?
- Påverkas ett eller flera funktionskrav i BBR eller egenskapskrav i BVF?
- Hur komplicerat är brandskyddet och brandrisken i byggnaden?

Den normala gången vid brandteknisk projektering är som tidigare nämnts att utgå från ett koncept byggt på förenklad dimensionering. Detta är ofta projektörens första ansatsen vid dimensionering. Det kan då visa sig att för att uppfylla beställarens önskemål om utformning, flexibilitet, byggekonomi, driftsekonomi eller annan orsak så blir det nödvändigt att göra en förändring av den första ansatsen. Det innebär ofta någon form av tekniskt byte, vilket innebär att dimensioneringsmetodiken övergår till analytisk dimensionering.

Analytisk dimensionering kräver att projektören själv formulerar problemet i brandtekniska termer, väljer relevanta ingångsdata och värderar den slutliga lösningen. Resultatet av detta kan illustreras enligt Figur 3.

Det första fallet skall avspegla förenklad dimensionering där säkerhetsnivån ligger på en acceptabel nivå. Det finns osäkerheter också i denna metod, men de är redan beaktade vid valet av dimensioneringskriterier och en ingenjör behöver inte tänka så mycket på dessa. Däremot är osäkerheten i metoden egentligen ganska stor eftersom förenklad dimensionering skall kunna behandla olika typer av byggnader inom en och samma kategori, exempelvis samlingslokaler.



Figur 3 Osäkerhet i erhållen säkerhetsnivå vid brandteknisk projektering. Staplarna representerar från vänster förenklad dimensionering, analytisk dimensionering utan kontroll på osäkerheter samt motsvarande men med kontroll på osäkerheter.

De andra två staplarna skall illustrera analytisk dimensionering, där stapel 2 symboliserar dimensionering när projektören inte har kontroll på osäkerheterna och stapel 3 när osäkerheterna hanteras korrekt. Stapel 2 indikerar en viss sannolikhet att dimensioneringen inte uppfyller de ställda kraven. I stapel 3 finns osäkerheter fortfarande kvar i resultatet, men de är mindre och så små att byggnaden kan anses som säker även med de kvarstående osäkerheterna. Anledningen till att stapel 1 är betydligt högre än 2 och 3 är att förenklad dimensionering i vissa fall leder till mycket konservativa lösningar, vilket är en av dess nackdelar. Beskrivningen ovan är något idealiserad, eftersom den förutsätter att den aktuella byggnaden kan identifieras med en viss klass av byggnader. Syftet är att visa på de principiella skillnaderna mellan dimensioneringsmetoderna.

Vid små förändringar av den förenklade dimensioneringen är det troligt att den nya lösningen i stort är lika säker som den som erhålls genom förenklad dimensionering. Det kan vara tillräckligt med enkla jämförande beräkningar för att verifiera detta, men ju större förändring som sker desto större är den ingående osäkerheten eftersom denna till stor del beror av projektörens subjektiva antaganden som är nödvändiga. Denna större osäkerhet måste på något vis avspeglas i ökande grad av projekteringskontroll och kontroll av att de dimensionerande förutsättningarna är uppfyllda vid byggnadens driftskede. Det leder också till en ökande omfattning av den dokumentation som blir nödvändig för att på ett tillfredsställande sätt beskriva hur funktionskraven uppfylls samt hur brandsäkerheten skall kunna vidmakthållas när byggnaden tas i drift.

För att verifiera att erforderlig säkerhetsnivå är uppfylld krävs att osäkerheterna i samband med projekteringen kan identifieras och hanteras, men det är idag oklart i vilken omfattning. Detta leder till en otillräcklig analys i många fall, vilket har påvisats i tidigare studier (Boverket, 1997).

1.5 Syfte

Att bestämma vilken metod som skall används för att utföra beräkningar i samband med verifiering är endast en liten del av verifieringsarbetet. Att identifiera vad som behöver verifieras är ett första och mycket viktigt steg i denna process. Det måste klaras av innan diskussion om lämplig verifieringsmetod eller metod för hantering av osäkerheter kan göras. Rapporten avser inte att i detalj redovisa vilka tillgängliga verifieringsmetoder som finns. Syftet är istället att presentera metoder för att bestämma omfattningen av verifiering för att kunna säkerställa att kraven i BVL, BVF och BBR uppfylls vid analytisk dimensionering.

Målen i avsnitt 1.2 ligger till grund för problemformuleringen för arbetet med identifikation av verifieringsbehovet.

- Vilka svårigheter finns i samband med strukturering av dimensioneringsproblemet vid analytisk dimensionering?
- Vad behöver verifieras för att dessa problem skall upptäckas och uppmärksammas?
- Hur kan effekten av en förändring av en byggnads brandskydd analyseras?
- Vad kännetecknar en stor respektive en liten förändring av brandskyddets om det ursprungligen utformats med förenklad dimensionering?
- Hur kan verifiering och kontroll struktureras med avseende på förändringens storlek?
- Hur kan denna storlek mätas genom indikatorer eller analys?

2 Osäkerheter vid dimensionering

En viktig del av analytisk dimensionering är hur osäkerheter hanteras, t.ex. hur indata väljs och beräkningsmodeller används, hur acceptanskriterier specificeras och hur dimensioneringsproblemet avgränsas. Om beslut skall baseras på beräkningsresultat är det viktigt att förstå vilka osäkerheter som finns i beräkningarna och hur de påverkar resultatet.

2.1 Klasser av osäkerheter

Blockley (1980) delar in feltyper för bärande konstruktioner i olika karaktäristiska klasser. Om dessa generaliseras kan de även tillämpas vid andra typer av beräkningar (Energistyrelsen, 1996), t.ex. i samband med projektering brandskydd (Lundin, 1999). Följande klasser av osäkerheter kan användas för att definiera osäkerheter i beräkningar, vilka i sin tur kan leda till icke önskade händelser, d.v.s. fel:

- Osäkerheter i resurser
- Osäkerheter i antaganden och beslut
- Osäkerheter i beräkningsmodeller
- Osäkerheter i indata

Klasserna skall ses som exempel på indelning, eftersom det finns andra exempel på kategorisering (Rowe, 1994). De olika klasserna är ordnade i ett hierarkiskt system där osäkerheter i resurser är den mest generella och osäkerheter i indata är den mest specifika. Osäkerhetsklasserna är av olika natur, men inte nödvändigtvis oberoende av varandra. Det krävs olika typer av metoder för att hantera de olika osäkerheterna. I de lägre hierarkiska klasserna kan detta göras bokstavligen, t.ex. genom kvantitativ osäkerhetsanalys, medan osäkerheterna i de högre hierarkiska klasserna är av en annan natur och kräver andra strategier för att kunna hanteras. I följande avsnitt ges en kortfattad beskrivning av de olika klasserna med avseende på brandteknisk projektering.

2.1.1 Osäkerheter i resurser

Den här klassen är mycket generell och svår för ingenjören att uppskatta vid det tillfälle då beräkning och projektering utförs. Däremot har den stor påverkan på resultaten. Osäkerheten orsakas av bristande rutiner, policy och kvalitetskontroll av projekt. Andra faktorer som bidrar till ökad osäkerhet är knutna till vilka beräkningsverktyg som används och vilken kvalité de forskningsresultat som används har. Dessa faktorer är inte kopplade till ingenjörens förmåga eller kompetens i en specifik situation, utan snarare till begränsningar som sätts av andra, t.ex. av ledningen på företaget. Fler faktorer som påverkar är tidspress och den tillgång på resurser som finns i ett projekt. De styr i hög utsträckning projektörens förutsättningar för arbete, inklusive beslutsfattande och avspeglas därmed i resultatet av dimensioneringen.

Några verktyg som kan användas för att hantera dessa osäkerheter är ledningssystem, kvalitetskontroll (t.ex. egenkontroll), fortlöpande planering av uppdrag, planering av kontinuerlig vidareutbildning, engagemang och stöd i forskningsverksamhet, etc.

2.1.2 Osäkerheter i antaganden och beslut

Den här klassen är kopplad till osäkerheter till följd av antaganden och beslut som görs vid projektering. Att definiera, strukturera och begränsa dimensioneringsproblemet på ett bra sätt är väsentligt. Kunskap om och förmåga att beskriva den process eller det system som skall analyseras, val av analysmetod och val av beräkningsmetod är andra exempel på faktorer som påverkar osäkerheter i den här klassen. Dessa är mycket svåra att bedöma och behandla kvantitativt.

Ett företag kan utarbeta handlingsprogram, policy och rutiner för att minska osäkerheten i denna klass. Om projektörer arbetar tillsammans i ett projektet minskar risken för fel jämfört med om en projektör arbetar ensam. Ett problem för företag som projekterar brandskydd kan vara om resultatet varierar mycket beroende på vilken konsult som utför beräkningarna. Det är omöjligt att fullständigt standardisera val och beslut som fattas av individer i samband med dimensionering. Åtgärder kan dock göras för att likrikta dem, t.ex. erfarenhetsutbyte och möten där tekniska aspekter på dimensionering diskuteras. Handböcker och vägledningar har också en viktig roll att fylla.

2.1.3 Osäkerhet i beräkningsmodeller

Även när en beräkningsmodell används enligt anvisningar för ett givet problem, som klart ligger inom ramen för när modellen är tillämplig, kommer resultatet att vara osäkert p.g.a. modellosäkerhet.

Vid analytisk dimensionering används beräkningsmodeller i varierande omfattning. Komplexiteten hos modellerna varierar från enkla flödesberäkningar till avancerad modellering av kemiska och fysikaliska processer. I projektering kombineras ofta resultat från en rad olika beräkningsmodeller. Osäkerheten och felen i olika beräkningsmodeller varierar, vilket gör att modellosäkerheten indirekt är kopplad till resurser samt antagande och beslut beträffande modellanvändning. Osäkerheten kan både hanteras genom påverkan på faktorer i de ovan nämnda klasserna, men kan också modelleras eftersom den är möjligt att kvantifiera (Lundin, 1999). Det innebär att osäkerhetens påverkan på resultatet kan beaktas och analyseras.

I ett försök att jämföra olika modellers precision fick experter från olika länder använda datormodeller för att beräkna några väl specificerade brandscenarier. Slutsatserna var att skillnader orsakades av vilken beräkningsmodell som använts var små i jämförelse med effekterna av användarnas antaganden och beslut (Hostikka et al., 1998).

2.1.4 Osäkerhet i indata

De indata som används i beräkningsmodeller är ofta osäkra. Osäkerheter i indata kan både orsakas av naturlig variation eller genom kunskapsosäkerhet. Trots detta är de flesta beräkningsmodellerna för brandgasspridning och utrymning deterministiska. Det innebär att det är svårt att analysera inverkan av osäkra indata på beräkningsresultatet. Det måste i så fall ske genom att manuellt variera indata. Det finns dock möjlighet att effektivisera en sådan analys genom att fortplanta osäkerheten i beräkningsmodellen med olika statistiska metoder (Frantzich, 1998). Probabilistiska modeller där indata specificeras som stokastiska variabler, d.v.s. som fördelningar, är inte vanligt förekommande verktyg vid brandteknisk dimensionering.

Det är viktigt att vara medveten om att kvalitén på beräkningsresultaten är beroende av hur osäkerheten hanteras på alla nivåerna, d.v.s. det är en kombination av kvalitén på indata, val av modell, hur modellen tillämpas etc. Om osäkerhetsanalys negligeras och osäkra parametrar representeras av deterministiska variabler på ett felaktigt sätt, så har osäkerheten i resultatet inte försvunnit, men framgår ej i beräkningarna.

Vid dimensionering måste ofta antaganden göras beträffande förhållanden i de scenarier som analyseras för att bedöma om antagandet har stor betydelse för resultatet. Därför är det viktigt att göra en känslighetsanalys i dessa situationer, vilket kan föranleda en mer sofistikerad osäkerhetsanalys. Kunskap om osäkerheter i indata kan kvantifieras antingen genom statistisk analys av uppmätta data eller genom expertbedömningar (EAL, 1997) när dessa data inte är tillgängliga.

2.2 När skall osäkerheter beaktas

Osäkerheter kan hanteras på olika sätt, beroende på den aktuella situationen och vilka förutsättningar som råder. I rapporten ”Uncertainty in Quantitative Risk Analysis” (Energistyrelsen, 1996) presenteras tre olika angreppssätt för att behandla problemet osäkerheter.

1. Ingen hänsyn tas
2. Grov uppskattning av osäkerheter
3. Detaljerad analys av osäkerheter.

Vilket angreppssätt som är lämpligt för att hantera osäkerheter kan var svårt att bedöma. Det är enklast när dessa kan beskrivas med kvantitativa termer, t.ex. sannolikhetsfördelningar. Det är ofta möjligt för osäkerhet i beräkningsmodeller och indata. Det innebär inte att en projektör kan strunta i att beakta osäkerheter i högre hierarkiska nivåer, bara för att de inte går att räkna på. Metoder för att hantera osäkerheter för dessa nivåer är inte lika konkreta men har stor inverkan på resultatet icg ofta de som leder till s.k. ”stora fel”. Det finns därför att anledning att resonera i termer om olika nivåer när det gäller även dess osäkerheter.

2.2.1 Ingen hänsyn tas

Följande ”acceptabla” skäl för att inte hantera osäkerheter i beräkningar kan formuleras:

- Problemet som analyseras är väldefinierat, t.ex. ett experiment som kontrolleras i laboratorium
- En accepterad modell används med accepterad indata, t.ex. dimensionerande värden för osäkra indata används tillsammans med en vedertagen dimensioneringsmodell.
- Om det är möjligt att en icke önskvärd händelse inträffar, så innebär det att lösningen direkt förkastas.
- Konservativa antaganden och ”worst case” förhållanden används.

Anledningar som inte är acceptabla är:

- Det finns ingen specifik begäran om eller krav på att en osäkerhetsanalys skall utföras.
- Brist på resurser som tid, pengar eller kompetens.

2.2.2 Grov uppskattning av osäkerheter

En grov analys av osäkerheter består av en kvantitativ och/eller kvalitativ analys av de osäkerheter, vilka bedöms vara relevanta. Osäkerheterna som har analyserats måste uttryckligen dokumenteras och deras effekt på resultatet redovisas. Den grova uppskattningen kan liknas vid en känslighetsanalys, som har för avsikt att undersöka vilka osäkra variabler som påverkar resultatet. När dessa har identifierats krävs en bedömning om effekten på resultatet är så stor att en mer detaljerad analys av osäkerheterna måste utföras eller om resultaten är på säkra sidan. En grov uppskattning av osäkerheter kan i många fall vara tillräcklig för att avgöra om osäkerheterna måste hanteras för att förvissa sig om att dimensioneringskriterium uppfylls eller att fel undviks. Det kan t.ex. vara nödvändigt att överväga restriktioner av personantal eller mängden brännbart material i en byggnad.

2.2.3 Detaljerad analys av osäkerheter

En detaljerad analys av osäkerheter innefattar en kvantitativ analys av alla relevanta osäkerheter. Analysen skall beskriva hur och vilken påverkan olika osäkerheter har på resultatet och vilken den totala effekten blir när alla dessa osäkerheterna beaktas. I regel innehåller inte beräkningsmodellerna som används vid brandteknisk dimensionering sådana möjligheter, utan en separat osäkerhetsanalys måste utföras (Frantzich, 1998).

2.3 Hantering av osäkerheter i dimensionering

Kontroll är ett sätt att hantera osäkerheter och därmed undvika fel i en byggnads olika skeden:

- Program- och projekteringsskedet
- Utförande- eller byggnadsskedet
- Brukar-, drifts- eller förvaltningsskedet.

Syftet med kontroll är att upptäcka fel som leder till att krav på byggnaden inte uppfylls. Det finns en rad faktorer som kan leda till både ett felaktigt projekterat och/eller ett felaktigt fungerande brandskydd, vilket resulterar i en otillräckligt brandskydd.

För att säkerställas att kraven i lagstiftningen uppfylls krävs kontroll under alla de tre byggnadsskedena. Brandskyddsstrategin måste projekteras rätt från början, byggnaden skall utföras som den har projekterats och många brandtekniska installationer ställer stora krav på drift och underhåll för att bibehålla avsedd funktion under brukarskedet. Med anledning av kontrollbehovet finns finns en rad olika kontrollinstrument, t.ex. kontrollplan, egenkontroll, slutbesiktning, brandsyn, intern brandskyddskontroll m.m. Nedan redogörs för några olika situationer när fel kan uppstå:

Felaktig projektering av brandskyddet
Om brandskyddet inte beaktas redan i programskedet finns stor risk för att brister i brandskyddsstrategin uppkommer. I samband med dimensionering av brandskyddet kan också fel uppstå, t.ex. användandet av otillräckliga beräkningsmodeller och felaktiga antagande. Ofullständig eller felaktig verifiering är ett annat exempel på fel som kan uppstå vid projektering av brandskyddet.

Kommunikationsmissar mellan olika projektörer
Brandskyddets påverkan på andra delar av byggnaden eller nödvändiga förutsättningar för brandskyddet förbises vilket påverkar brandskyddets funktion.

Utförande fel
När en byggnad uppförs är det inte alltid den blir utförd som den är beskriven på ritningen. Byggfel, slarv och ändringar där effekten på brandskydd förbises kan få allvarliga konsekvenser. Dessa fel orsakas i regel av entreprenören.

Fel som uppkommer i drift och underhållsskedet
Brandskyddet påverkas under byggnadens hela livslängd, vilket ställer en hel del krav på brukaren för att fel skall undvikas, t.ex. kontinuerlig drift och underhåll.

Om problem eller fel uppstår skall dessa upptäckas i kontrollen och sedan åtgärdas. Rapporten är i huvudsak inriktad på den första feltypen, d.v.s. att titta på hur fel skall undvikas i program- och projekteringsskedet vilket är ett viktigt underlag för att förhindra fel i senare skeden. För att kraven på säkerhet skall kunna efterlevas krävs att projektören reflekterar över hur brandskyddet påverkas om en förändring sker och vilka problem som kan uppkomma, samt hur dessa skall hanteras. Kvalitetssäkring av resultaten i alla leden är nödvändig för att undvika fel. Kopplingen mellan projektering och de andra feltyperna måste göras, men kommer inte att belysas i det här arbetet.

2.3.1 Förenklad dimensionering
I förenklad dimensionering förekommer beräkningar i liten omfattning och de är av den typ där ingen hänsyn behöver tas till osäkerheter, se avsnitt 2.2.1. Genom att säkerhetsnivån indirekt är bestämd, modellval gjorda, indata valda och antaganden gjorda i metoden, ges förutsättningar och möjlighet att utnyttja integrerade skyddseffekter av olika skyddsåtgärder. Det medför att en och samma del av brandskyddet kan uppfylla flera olika syften, t.ex. kan en utgång både vara utrymningsväg för personer i byggnaden och insatsväg för räddningstjänsten. Byggnadens totala brandskydd blir därmed beroende av att alla föreskrivna detaljkrav uppfylls. En nackdel med detta är att det kan vara svårt att överblicka brandskyddssystemet som helhet och få en klar bild av syftet med alla skyddsåtgärder samt hur dessa är integrerade. Det gör det svårt att ändra även en begränsad del av brandskyddet, vilket är vanligt vid tekniska byten.

Den detaljerade styrningen av utformningen av brandskyddet medför att det inte finns stort behov av hantering av osäkerheter. Dimensioneringsmetoden är okomplicerad och välkänd. Det innebär inte att resultatet blir en jämn säkerhetsnivå, utan tvärt om. Eftersom metoden till stor del bygger på tradition och erfarenhet har en kallibrering över åren gjorts så att resultatet av att använda metoden ligger över en av samhället accepterad nivå vad det gäller brandskada. Detta innebär att risken för fel är liten, men innebär samtidigt att lösningarna ibland kan bli onödigt konservativa.

Förenklad dimensionering är inte är lämpad för byggnadstyper där erfarenhet saknas och för byggnader där viktiga förutsättningar för brandskyddet har förändrats under senare tid. Ett exempel är vårdavdelningar som drivs med färre antal vårdpersonal än tidigare. Forskningsresultat visar att antalet vårdpersonal är avgörande för personsäkerheten vid brand (Frantzich, 1996). Det finns i dagsläget inga tydliga generella riktlinjer för vilka objekt där förenklad dimensionering inte kan tillämpas, utan måste bedömas av projektören med utgångspunkt från det aktuella objektet. Det innebär att det finns en viss osäkerhet kopplad till användandet av förenklad dimensionering, något som inte beaktas i dimensioneringsmetoden och som ingenjören måste hantera.

2.3.2 Analytisk dimensionering

Vid analytisk dimensionering av brandskyddet har den förenklade dimensioneringen frångåtts och därmed upphör den automatiska hantering av osäkerheter. Inom andra ingenjörsdicipliner, t.ex. konstruktion, sker hantering av vissa typer av osäkerheter även för analytisk dimensionering i själva metoden. Det sker genom användandet av vedertagna beräkningsmodeller där osäkerhet i både beräkningsmodellerna och indata hanteras genom fastlagd säkerhetsnivå, partialkoefficienter och dimensionerande värden. Ingenjören behöver därmed inte uttryckligen ta hänsyn till osäkerheterna i beräkningen. Däremot vilar fortfarande mycket ansvar på ingenjören i fråga om att välja rätt beräkningsmodell och att använda den inom ramen för dess begränsningar. Strukturering av dimensioneringsproblemet och val av dimensioneringsmetod är därför viktiga uppgifter för ingenjören. För att hantera osäkerheterna i samband med dessa val och beslut finns handböcker samt vägledningar inom området bärande konstruktion. Däremot saknas dessa i princip helt och hållet för dimensionering av brandskydd.

Vid analytisk dimensionering introduceras en rad nya osäkerheter jämfört med förenklad dimensionering, som påverkar dimensioneringsresultatet och därmed säkerheten i byggnaden. Vid analytisk dimensionering har projektören ett större ansvar än tidigare. Anledningen är att det i många avseende saknas beräkningsmodeller som är allmänt accepterade och att det ännu inte finns kunskap om osäkerheter i indata och modeller. En generell hanteringen av osäkerheterna vid brandteknisk dimensionering saknas för de flesta tillämpningarna, förutom vid brandteknisk dimensionering av bärande konstruktioner. I stället för att använda färdiga generella dimensioneringsuttryck, så utformas en lösning genom kombinationen av kvalitativt logiskt resonemang och erfarenhet. Denna lösning verifieras sedan mot de krav som ställs på det byggnadstekniska brandskyddet i bygglagstifningen.

3 Internationella handböcker

3.1 Vad finns det för handböcker?

I flera av de länder som först introducerade funktionsbaserade byggregler, har handböcker och vägledningar utarbetats. Syftet med dessa är att underlätta för projektörer som väljer att använda analytisk dimensionering. Det saknas tradition och erfarenhet från tillämpningar av beräkningsmetoder vid projektering av brandskydd och det tar både tid att initiera forskningsprojekt och att tillämpa forskningsresultaten. Exempel på handböcker som strävar efter detta är:

- Fire Engineering Guidelines (FEG, 1996)
- Fire Engineering Design Guide (Buchanan, 1994)
- Fire Safety Engineering in Buildings (BSI DD240, 1997)
- The Application of Fire Performance Concepts to Design Objectives (ISO, 1998)
- SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection Analysis and Design (SFPE, 2000)

Handböckerna är framför allt inriktade på att rekommendera och exemplifiera olika beräkningsmetoder, t.ex. enkla ekvationer och datormodeller, som kan användas vid dimensionering av olika brandskyddssystem. Det är en sammanställning av beräkningsuttryck från både brandfysik och brandkemi. Sammanställningen kompletterats med förslag till tillvägagångssätt vid dimensionering av olika typer av brandskydd. Gemensamt för de flesta handböckerna är att byggnadens totala brandskydd delas upp i följande delsystem:

- Brands uppkomst och utveckling
- Skydd mot brandgasspridning
- Skydd mot brandspridning
- Detektions och släcksystem
- Utrymning
- Räddningstjänstens insats

Till vart och ett av dessa delsystem redogörs det för tillgängliga beräkningsmetoder och i viss utsträckning även lämpliga indata. I stora drag så är det samma tankegångar och underlag som använts för att ta fram de olika guiderna. Viss anpassning till lokala förhållanden, lagar, regler och bestämmelser har gjorts, men stora delar av innehållet kan användas oavsett i vilket land byggnaden skall uppföras.

3.2 Hur behandlas verifiering?

Fram tills idag har det i samtliga handböcker gjorts försök att nivåindela analytisk dimensionering och i detalj föreskriva hur verifiering för respektive nivå skall ske. I den tidigare handboken (FEG, 1996) särskiljs tre olika nivåer av verifiering. Till varje nivå knyts både metodval vid verifiering, typ av acceptanskriterium, behandling av osäkerheter m.m. För att avgöra verifieringsbehovet för ett objekt bestäms med hjälp av vissa kriterier vilken av de tre möjliga nivåerna som är aktuell. Omfattningen av verifiering skiljer mellan nivåerna och det finns ett generellt tillvägagångssätt beskrivet för hur verifiering skall genomföras vid varje nivå. Indelningen i nivåerna grundas framför allt på hur många typer av delsystem som berörs av beräkningarna.

Det finns en rad komplikationer då detta tillvägagångssättet skall appliceras. T.ex. så föreskrivs att en probabilistisk analys skall användas om ett projekt hamnar i den högsta nivån, nivå tre. Att hamna i nivå tre innebär att flera olika typer av skydd dimensioneras med hjälp av beräkningsmetoder, men därmed inte sagt att behovet av hantering av osäkerheter är sådant att en probabilistisk analys är nödvändig. Dessutom kan en förändring av brandskyddet vid analytisk dimensionering påverka flera olika skyddsmål, t.ex. både säkerheten för personerna i byggnaden och för räddningstjänstens insatspersonal. Vid verifiering är det ofta viktigare att analysmetoder väljs, så att effekterna på båda dess skyddsmål beaktas, än att en komplicerad metod används där vissa effekter på brandskyddet förbises helt, medan andra analyseras i detalj. Både kriterierna för indelning i olika nivåer samt att göra en generell hänvisning till metodval för varje nivå kan därför ifrågasättas.

För närvarande genomförs en omfattande revidering av en av de mest spridda handböckerna, Fire Engineering Guidelines (FEG, 1996). I de utkast som finns tillgängliga framgår det att omfattande förändringar sker just vad det gäller verifiering. I den omarbetade versionen (FEG, 2000) definieras verifieringsbehovet genom tre kategorier. Det finns inte någon direkt koppling på samma sätt som det gjorde för nivåerna, mellan verifieringsmetodens komplexitet och respektive kategori. Kategorierna kännetecknar i stället hur stor förändring av brandskyddet som görs, vilket styrs av fler faktorer än antalet typer av delsystem som påverkas av förändringen. Tidigare var en probabilistisk metod nödvändigt vid verifiering av kategori 3. I den senare versions riktlinjer är metodvalet vid verifiering inte angivet. Här finns möjlighet att utifrån de specifika omständigheterna välja den metod som är lämpligast i den specifika situationen. En förändring som gjorts är att det ges klarare riktlinjer för att bestämma vilken verifieringskategori som är aktuell, men tyvärr saknas det vägledning om hur själva verifieringen skall struktureras. I stället exemplifieras olika typer av analysmetoder som kan användas vid verifiering, där en huvuduppdelning görs mellan kvalitativa och kvantitativa metoder. De två kvantitativa angreppssätten, deterministisk och probabilistisk analys, särskiljs också.

I handboken läggs det stor vikt vid att personer som utför och granskar projekteringen skall komma överens om lämplig analysmodell för att verifiera och även att välja acceptanskriterium. Dessutom är scenariovalet underlag för gemensam bedömning. Det poängteras att osannolika scenarior inte skall beaktas, men hur dessa skall kunna bedömas framgår ej.

Nedan sker en kortfattad beskrivning av de tre kategorierna och vilka kriterier som används för att bestämma vilken omfattning av verifiering som är aktuell. I alla kategorier skall metoder vara väl dokumenterade, antingen i litteraturen, eller av ingenjören som använder den. Kvalitativ analys är begränsad till kategori 1. Det bör poängteras att för många tillämpningar är en probabilistisk analys mot absoluta kriterier i nivå 2 och 3 inte möjlig att utföra. Det saknas ofta både relevanta acceptanskriterier och metoder för att hantera och kontrollera osäkerheter.

Kategori 1 (en typ av delsystem påverkas)
I den kategorin med minst omfattande verifieringsbehov är påverkan på brandskyddet begränsat till en typ av skyddsåtgärder. Kännetecknande för kategori 1 är:

- att analysen kan vara kvantitativ eller kvalitativ.
- att i analysen redovisas att den avsedda funktionen hos de skyddsåtgärder som hör till den aktuella typen av åtgärd uppfyller erforderlig nivå. Kriteriet är att nivån är lika hög eller högre än vad förenklad dimensionering medför.
- att i analysen beaktas enbart ”worst credible scenario”.

Probabilistiska metoder används i begränsad utsträckning eller inte alls.

Kategori 2 (flera typer av delsystem påverkas)
Kategori definieras som den påverkan på säkerheten där mer än en typ av skyddsåtgärd påverkas, men färre än alla sex. Kännetecknande för kategori 2 är:

- att analysen kan vara antingen relativ eller absolut.
- att analysen innehåller flera deterministiska analyser.
- att ofta innefattar analysen flera brandscenarier, med tillhörande känslighetsanalys.

Probabilistiska data och metoder kan användas för att få mer detaljerad kännedom om situationen. Analysresultaten kan uttryckas i termer som förväntad personrisk.

Kategori 3 (alla typer av delsystem påverkas)
Kategori definieras som den påverkan på säkerheten där alla sex typerna av skyddsåtgärder påverkas av förändringen av brandskyddet. Kännetecknande för kategori 3 är:

- att analysen kan vara antingen relativ eller absolut.
- att analysen innehåller flera deterministiska analyser.
- att ofta innefattar analysen flera brandscenarier, med tillhörande känslighetsanalys.

Probabilistiska data och metoder kan användas för att få mer detaljerad kännedom om situationen. Analysresultaten kan uttryckas i termer som förväntad personrisk.

4 Begrepp och definitioner

Inom ramen för BBR kan olika typer av förändringar av det utförande av brandskyddet som förenklad dimensionering leder till utföras. Förutsättningen är att erforderlig verifiering, kontroll och dokumentation genomförs. I rapporten har följande definitioner tolkats och det är väsentligt att hålla isär dem.

Avsteg från krav i BBR. Projektören utformar sin brandskyddsstrategi på ett sådant sätt att alla kraven i BBR ej uppfylls. Det är identiskt med en så kallad alternativ utformning enligt BBR 5:11. För att uppfylla BVL och BVF krävs i regel att kompletterande skyddsåtgärder vidtas för att samma säkerhetsnivå skall uppnås. När dessa utformas används andra lösningar och metoder vilket innebär att ett tekniskt byte sker.

Krav i BBR uppfylls med andra lösningar och metoder. Utförandet skiljer sig gentemot de allmänna råden. Det innebär att projektören väljer att uppfylla ett eller flera krav i BBR på ett annat sätt än vad de allmänna råden exemplifierar. Projektören använder även i detta fall andra lösningar och metoder för att utforma brandskyddet.

Förenklad dimensionering frångås. Om ett avsteg gjorts från kraven eller om de allmänna råden inte har tillämpats, innebär det att den förenklade dimensioneringen frångås, d.v.s. projektören har valt att inte använda denna dimensioneringsmetod. Det leder direkt till analytisk dimensionering. Beroende på hur mycket som brandskyddet förändras jämfört med utförandet som förenklad dimensionering resulterar i blir behovet av verifiering, kontroll och dokumentation olika omfattande.

Tekniska byten innebär att när brandskyddet reduceras till följd av en förändring så kompenseras detta genom tillägg. Det innebär i regel att andra lösningar och metoder används för att utforma delar av brandskyddet. Tekniskt byte kan utföras både inom och utanför ramen för förenklad dimensionering.

I följande avsnitt beskrivs begreppen och definitionerna ovan, som används i samband med tillämpningen av de olika dimensioneringsmetoderna som introduceras i avsnitt 1.3. I Figur 4 struktureras de olika tillvägagångssätt som kan användas för att dimensionera en byggnad så att säkerhetsnivå som krävs enligt bygglagstiftningen uppnås. Definitionerna i avsnitt 4.1.1 – 4.1.4 är till stor del tolkningar av begrepp som används i Boverkets byggregler (BBR, 1998). Tolkningarna överensstämmer med Boverkets syn på begreppen.

I projekteringssammanhang förekommer ofta begreppet avsteg, vilket kan tolkas på många olika sätt. Den vanliga innebörden är att avsteg görs från krav men principiellt sett skulle även avsteg från ett allmänt råd i BBR kunna göras. Det är då ofta oklart vad som avses. En felaktig eller otydlig tolkning av begreppet kan leda till att den föreskrivna säkerhetsnivån inte uppfylls, eftersom fel tillvägagångssätt tillämpas vid dimensionering.

Funktionsbaserad dimensionering med föreskriven säkerhetsnivå enligt BBR.		
Krav i BBR efterlevs		***Ett eller flera krav i avsnitt 5:3-5:9 BBR efterlevs ej***
Krav, allmänna råd och Boverkets rapporter följs (referenssystem).	Föreskriften uppfylls med andra lösningar och metoder.	Alternativ utformning enligt avsnitt 5:11 i BBR.

Figur 4 Olika möjliga tillvägagångssätt att välja vid dimensionering av byggnadstekniskt brandskydd, med utgångspunkt från byggreglerna.

Omfattningen av analytisk dimensionering, d.v.s. både utformning av kompletterande skydd och verifiering av säkerheten, påverkas av hur betydande förändringen är av det s.k. referenssystemet är. Detta beror i sin tur på hur brandsäkerheten påverkas av att utförandet enligt förenklad dimensionering förändras. Även dokumentations- och kontrollbehov är kopplad detta.

4.1.1 Alternativ utformning enligt BBR 5:11 (avsteg från krav)

Vid projektering är det ofta aktuellt att diskutera och jämföra olika lösningar och alternativ. Alternativ utformning är ett begrepp som bör användas med försiktighet i detta avseenden, eftersom missförstånd kan uppkomma då denna term förekommer och definieras i BBR. Texten i föreskriften lyder:

5:11 Alternativ utformning:
Brandskyddet får utformas på annat sätt än vad som anges i detta avsnitt (avsnitt 5), om det i särskild utredning visas att byggnadens totala brandskydd därigenom inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i avsnittet uppfyllts. (BFS 1995:17)

Råd: Sådan alternativ utformning kan bl.a. användas, om byggnaden förses med brandskyddstekniska installationer utöver vad som följer av kraven i avsnittet. Den särskilda utredningen redovisas i brandskyddsdokumentation enligt avsnitt 5:12. (BFS 1995:17)

Tolkning av:
”Brandskyddet får utformas på annat sätt än vad som anges i detta avsnitt, …”.

I avsnittet 5 presenteras föreskrifter där de flesta, fast i varierande utsträckning, är funktionsbaserade. Hur tydligt kraven är formulerade varierar mycket. En del krav är mycket allmänt hållna och formulerar övergripande mål med skyddet, utan att ange en tydlig nivå, t.ex. avsnitt 5:31 där det krävs att ”… tillfredsställande utrymning kan ske vid brand”. Andra krav är mer precisa och både syfte och nivå framgår, t.ex. avsnitt 5:311 ”… skall ha två av varandra oberoende utrymningsvägar”.

Till viss del kan det förklaras av att det finns en hierarki bland kraven i byggreglerna. Det finns allmänna krav i början av varje delavsnitt, vilka i sin tur följs av mer detaljerade. En annan anledning till att inte alla krav är formulerade som preciserade funktionskrav är att det saknas kunskap och metoder för att kunna dimensionera delar av

brandskyddet genom beräkning. Dessutom är inte den precisa nivån för många skyddsåtgärder fastlagd i varken kvalitativa eller kvantitativa termer. Syftet med kraven är att förtydliga hur de mer övergripande egenskapskraven i BVF skall uppfyllas. Avsnitt 5:11 innebär alltså att brandskyddet inte nödvändigtvis behöver utformas så att alla kraven i BBR avsnitt 5 uppfylls. Det är underförstått att det är kraven i avsnitt 5:3 – 5:9 som avses, eftersom de är kopplade till byggnadens fysiska brandskydd, medan avsnitt 5:1 är av allmän karaktär och 5:2 enbart innehåller definitioner.

Tolkning av:
"... om det i särskild utredning visas att byggnadens totala brandskydd därigenom inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i avsnittet uppfyllts."

För att tillämpa 5:11 krävs att en särskild utredning visar att byggnadens totala brandskydd inte blir sämre än om alla kraven uppfyllts. Det innebär att det måste dokumenteras och verifieras att vart och ett av de tekniska egenskapskraven i §4 BVF inte blir sämre genom en alternativ utformning.

Vid alternativ utformning uppfyller inte byggnadens brandskydd alla krav i BBR 5:3 - 5:9 i BBR och därmed måste kraven på säkerhet uppnås med andra åtgärder. Det innebär att avsteg görs från ett eller flera krav i föreskriften. För att följa kraven i föreskriften måste utformningen åtminstone innebära att en lika god brandsäkerhet erhålls, vanligtvis genom kompletterande skyddsåtgärder, d.v.s. s.k. tekniska byten utförs. Detta måste i de allra flesta fall verifieras och dokumenters i en särskild utredning. I Figur 5 illustreras alternativ utformning som ett avsteg från ett eller flera krav i BBR.

Funktionsbaserad dimensionering med föreskriven säkerhetsnivå enligt BBR.		
Krav i BBR efterlevs		***Ett eller flera krav i Avsnitt 5:3-5:9 BBR efterlevs ej***
Krav, allmänna råd och Boverkets rapporter följs (referenssystem).	Delar av kraven i föreskriften uppfylls med andra lösningar och metoder.	Alternativ utformning enligt avsnitt 5:11 i BBR.

Figur 5 Alternativ utformning enligt avsnitt 5:11 i BBR.

Nedan anges några exempel på utformning som innebär att kraven i BBR inte uppfylls, men de kan fortfarande visas vara acceptabla lösningar genom verifiering. För att dessa skall vara acceptabla lösningar *krävs* att en särskild utredning utförs.

- Ett enda trapphus utan brandsluss som utrymningsväg från ett bostadshus med fler än åtta våningar.
- Ett enda "vanligt" trapphus som utrymningsväg från bostäder vilka ej kan nås av räddningstjänstens stegutrustning.
- Lägre klass på ytskikt i utrymningsvägar, när t.ex. automatiskt släcksystem installeras.

- Fler än två våningar ingår i samma brandcell utan att sprinkler installeras.
- Olika typer verksamheter finns inom samma brandcell, oavsett om sprinkler installeras eller ej.

Även om det formellt är tillåtet att göra avsteg från alla kraven i avsnitt 5:3-5:9 i BBR är det inte säkert att det går att erhålla samma säkerhet på något annat sätt och med andra lösningar, t.ex. om krav på tillfredsställande utrymning skulle frångås. Det är i regel inte aktuellt att göra avsteg från de övergripande kraven i början av varje kapitel. Går det dessutom inte att verifiera att en lösning uppfyller kraven på säkerhet i BBR, trots att det intuitivt är en bättre och säkrare brandteknisk lösning än vad förenklad dimensionering resulterar i, är lösningen inte godtagbar enligt BBR 5:11. Bristen på vedertagna verifieringsmetoder och fastställda acceptabla riskkriterier leder i praktiken till att byggnaden uppförs enligt den lösning som inte verifierats eller att brandskyddet måste dimensioneras enligt förenklad dimensionering.

Det bör poängteras att avsteg från lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. (BVL, 1994) och förordningen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. (BVF, 1997) inte får göras.

4.1.2 Krav i BBR uppfylls med andra lösningar och metoder (avsteg från råd)

I BBR 1:3 står att de allmänna råden i föreskriften är exempel på hur kraven kan uppnås. Det står dock den enskilde fritt att välja andra lösningar och metoder om dessa uppfyller föreskrifterna. Råden kan därmed ses som exempel på vad som krävs för att uppfylla kraven i föreskriften och kan vara en utgångspunkt att verifiera andra lösningar emot, genom relativa jämförelser. De ger en indikation på vilken skyddsnivå som krävs. Om andra lösningar och metoder används för att uppfylla kraven så görs avsteg från tillvägagångssättet som det innebär att följa de allmänna råden. Resultatet blir en förändring av referenssystemet. Exempel på andra lösningar och metoder anges i Figur 1 i avsnitt 1.3. Eftersom råden inte är tvingande misstolkas ofta användandet av begreppet avsteg i detta sammanhang. Därför kommer en förändring av referenssystemet till följd av att ett krav uppfylls med andra lösningar och metoder uttryckas som att andra utföranden än som anges i allmänna råden används.

Det är en viktigt att vara medveten om skillnaderna mellan avsteg från krav och om krav uppfylls med andra lösningar och metoder. Det ställs nämligen olika krav på verifiering och kontroll beroende på vilken tillvägagångssätt som används för att förändra brandskyddet. I Figur 6 illustreras vad som definieras som att krav uppfylls med andra utföranden än som anges i allmänna råden.

Om ett funktionskrav tillgodoses på annat sätt än vad de allmänna råden exemplifierar, sker inget avsteg från kraven i byggreglerna. Däremot har förenklade dimensioneringen frångåtts, vilket innebär att verifiering måste utföras. Det finns en rad handböcker som ofta används som komplement till förenklad dimensionering (Klippberg & Fallqvist, 1999; Ohlson, 1996). De redovisar hur brandskyddstekniska problem kan lösas genom schablon- eller detaljlösningar. När dessa används frångås förenklad dimensionering, eftersom dessa är exempel på andra lösningar och metoder, men verifieringsbehovet är vanligtvis lågt.

Funktionsbaserad dimensionering med Föreskriven säkerhetsnivå enligt BBR.		
Krav i BBR efterlevs		***Ett eller flera krav i Avsnitt 5:3-5:9 BBR efterlevs ej***
Krav, allmänna råd och Boverkets rapporter följs (referenssystem).	Delar av kraven i föreskriften uppfylls med andra lösningar och metoder.	Alternativ utformning enligt avsnitt 5:11 i BBR.

Figur 6 Krav i föreskriften uppfylls med andra lösningar och metoder.

Exempel på hur andra lösningar och metoder kan användas är:

- Längre gångavstånd till utrymningsväg genom att utrymningslarm installeras.
- Avskiljande klass E30 används i stället för EI30 för vissa dörrar och fönsterpartier.
- Andra kritiska förhållanden än de som definieras i råd till BBR5:361 används.
- Dessutom finns en rad avsteg publicerade i handböcker och i tidigare föreskrifter. Användandet av dessa är att likställa med avsteg från de allmänna råden, vilket innebär krav på verifiering.

4.1.3 Förenklad dimensionering frångås

Analytisk dimensionering är aktuell så fort som förenklad dimensionering frångås, se Figur 7. Det innebär att påverkan på säkerheten vara olika omfattande vid analytisk dimensionering. Tillvägagångssättet vid förändring av brandskyddet är avgörande, d.v.s. frångås ett råd eller krav?

Funktionsbaserad dimensionering med föreskriven säkerhetsnivå enligt BBR.		
Krav i BBR efterlevs		***Ett eller flera krav i Avsnitt 5:3-5:9 BBR efterlevs ej***
Krav, allmänna råd och Boverkets rapporter följs (referenssystem).	Delar av kraven i föreskriften uppfylls med andra lösningar och metoder.	Alternativ utformning enligt avsnitt 5:11 i BBR

Förenklad dimensionering — **Analytisk dimensionering**

Figur 7 Sammankoppling mellan dimensioneringsmetoder och tillvägagångssätt för att uppfylla byggreglerna.

Det finns fler faktorer som påverkar verifieringsbehovet vid analytisk dimensionering, men en bra indikation är om kraven i BBR följs eller ej. I kapitel 9 presenteras metoder som kan användas för att bestämma verifieringsbehovet genom att identifiera:

- Vilka delar av brandskyddet påverkas av förändringen?
- Vilken effekt har förändringen på säkerheten?
- Vad behöver analyseras för verifiera att säkerheten inte blivit sämre?

4.1.4 Tekniska byten

En av grundbultarna i funktionsbaserad dimensionering och funktionsbaserade regler är att ge projektören frihet att utforma brandskyddet på det sätt som lämpar sig bäst för det specifika objektet. I föreskriften möjliggörs detta genom BBR 5:11. Anledningen till att förenklad dimensionering frångås är flera:

- Kostnaden för brandskyddssystemen kan bli hög och möjligheter till besparing finns.
- Delar av brandskyddet medför begränsningar för den arkitektoniska utformning av byggnaden eller verksamheten.
- Det finns uppenbara möjligheter att sänka den totala byggkostnaden genom att utforma delar av brandskyddet på ett alternativt sätt jämfört med förenklad dimensionering. Det behöver inte innebär att brandskyddet är speciellt kostsamt.
- Det går att identifiera byggnads- eller verksamhetstekniska fördelar om brandskyddet utformas på ett alternativt sätt, t.ex. en mer flexibel användning av byggnaden.

Ett tekniskt byte innebär att ett ersättningssystem installeras till följd av att brand skyddet reducerats, t.ex. om en skyddsåtgärd tagits bort. När utförandet enligt förenklad dimensionering förändras är det ofta nödvändigt för att brandskyddet skall uppfylla erforderlig säkerhetsnivå. Det innebär att oavsett om andra metoder och lösningar används för att uppfylla kraven i BBR eller visa att brandsäkerheten blir lika bra som om kraven skulle uppfyllts sker ett tekniskt byte.

Vissa tekniska byten kan göras inom ramen för förenklad dimensionering, men ofta blir analytisk dimensionering aktuell. Det som är viktigt att lägga på minnet är att behov och grad eller omfattning av verifiering skiljer mellan olika tekniska byten och att även för samma tekniska byten vid olika situationer.

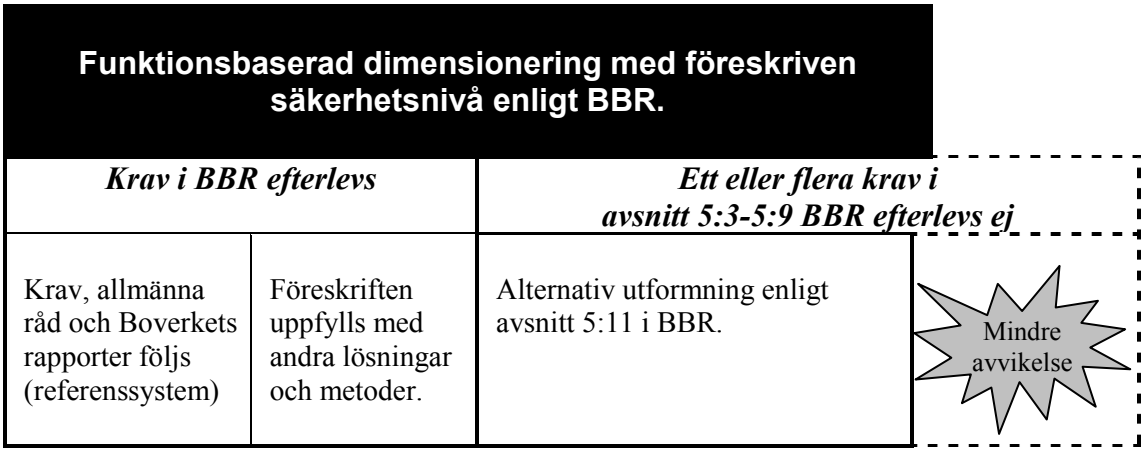
Två exempel på tekniska byten, som uttrycks som råd i BBR, är möjligheten att gå ner i krav på bärverkets brandmotstånd om sprinkler installeras samt möjligheten att ersätta två av varandra oberoende utrymningsvägar genom att använda trapphus med sluss, d.v.s. TR1 eller TR2 trapphus. Dessa tekniska byten behöver inte verifieras utöver det som normalt krävs vid förenklad dimensionering. När tekniskt byte sker inom ramen för förenklad dimensionering kan det vara förvillande att prata om tekniskt byte, eftersom det inte finns någon mening i att särskilja vilket av de båda lösningarna som utgör referenssystemet. Det är i sådana fall bättre att klargöra att olika allmänna råd ibland kan användas för att uppnå ett krav och att projektören fritt kan välja mellan dessa.

4.1.5 Mindre avvikelser enligt BBR 1:2

Vad det gäller mindre avvikelser enligt BBR 1:2 är det något helt annat än alternativa sätt att uppfylla byggreglernas krav enligt BBR 5:11. Mindre avvikelser är att helt frångå vissa krav i föreskriften utan att kompensera för detta och är därmed ett avsteg från den föreskrivna säkerhetsnivån. Utdrag ur BBR 1:2:

”Om det finns särskilda skäl och byggnadsprojektet ändå kan antas bli tekniskt tillfredsställande och det inte finns någon avsevärd olägenhet från annan synpunkt, får byggnadsnämnden i enskilda fall medge mindre avvikelser från föreskrifterna i denna författning.”

Mindre avvikelser kan beslutas av byggnadsnämnden om det finns särskilda skäl och om byggnadsprojektet ändå kan antas bli tekniskt tillfredsställande. Det får inte heller finnas någon avsevärd olägenhet från annan synpunkt vad det gäller brandskydd, eftersom det behandlar tekniska lösningar för att uppnå en god säkerhet. Mindre avvikelser borde vara mycket ovanliga. I praktiska sammanhang förekommer dock sådana avvikelser ofta i samband med ändring, t.ex. när det gäller brandskyddskrav på bärverk och dörrar. I Figur 8 illustreras mindre avvikelse som ett avsteg från säkerhetsnivån som BBR syftar till att uppnå.



Figur 8 Mindre avvikelse – ett avsteg från föreskriven säkerhetsnivå.

Om en förändring av brandskyddet innebär en reducering av säkerheten, är det enligt BBR nödvändigt med en komplettering av brandskyddet för att uppnå erforderlig säkerhetsnivå. Att göra en alternativ utformning enligt BBR 5:11, utan att verifiera att säkerheten är tillfredsställande, kan ses som en avvikelse (men knappast en mindre sådan) och innebär därmed att BBR ej följs. En sådan lösningen är därmed inte godtagbar.

5 Krav på verifiering i byggreglerna

Vid analytisk dimensionering ställs det uttryckligen krav på att en projektör ska visa att den föreslagna lösningen uppfyller samhällets krav på säkerhet. Detta krav uttrycks dels i BBR avsnitt 5:12:

”En brandskyddsdokumentation skall upprättas. Av denna skall framgå förutsättningarna för utförandet av brandskyddet samt brandskyddets utformning. (BFS 1995:17)

> *Råd: Dokumentationen bör redovisa byggnadens och dess komponenters brandtekniska klasser, brandcellsindelning, utrymningsstrategi, luftbehandlingsinstallationens funktion vid brand och i förekommande fall beskrivning av de brandskyddstekniska installationerna samt plan för kontroll och underhåll. (BFS 1995:17)”*

och i BBR avsnitt 5:13:

”Om dimensionering av brandskyddet sker genom beräkning, skall beräkningen utgå från omsorgsfullt vald dimensionerande brand och utföras enligt beräkningsmodell som på ett tillfredsställande sätt beskriver aktuellt fall. Vald beräkningsmodell skall redovisas. (BFS 1995:17)

> *Råd: Osäkerheten hos valda indata bör redovisas genom gjorda känslighetsanalyser. (BFS 1995:17)”*

Dessa krav visar på ett tydligt samband mellan verifiering och dokumentation. Dokumentation av verifiering är en förutsättning för kontroll. Om utrymningsdimensioneringen sker genom beräkning ställs det speciella krav på kvalitetssäkring utöver den så att säga normala kontrollen (BBR 5:13) som alltid skall ingå i en analytisk dimensionering. I BBR uttrycks denna extra kontroll i avsnitt 5:14:

”För byggnader där risken för personskador är stor får utrymningsdimensionering genom beräkning endast användas, om beräkningens riktighet kan styrkas genom dimensioneringskontroll.

> *Råd: Med dimensioneringskontroll avses kontroll av dimensioneringsförutsättningar, bygghandlingar och beräkningar. Denna kontroll bör utföras av en person som inte tidigare varit delaktig i projektet. (BFS 1998:38)”*

Den valda dimensioneringen presenteras i den brandskyddsdokumentation som skall upprättas över brandskyddet i varje byggprojekt. Kraven på vilken typ av handlingar som fysiskt skall gås igenom är tydliga. Däremot specificeras det inte hur projektören skall gå till väga och vad som behöver beaktas för att visa att ett avsteg uppfyller kraven i BBR. Det finns inga allmänna råd som exemplifierar vilken typ av verifieringsmetod som är nödvändig i mer specifika situationer.

6 Analys av brandskydds-dokumentationer

6.1 Avsikt med analysen

I föregående kapitel kunde det konstateras att det saknas riktlinjer och förtydligande för verifiering av tekniska byten i BBR. Samtidigt ställs det ställs krav på att verifiering skall utföras vid analytisk dimensionering.

För att studera hur verifiering sker i praktiken vid projektering, där förenklad dimensionering inte används fullt ut, har en insamling och analys av ett fyrtiotal brandskyddsdokumentationer genomförts. Ett urval gjorts för att få med olika typer av byggnader och olika komplicerade förändringar av utförandet enligt förenklad dimensionering i analysen. Analysen inriktades på att studera hur projektörerna med hjälp av enkla och/eller komplicerade beräkningar, logiskt resonemang, bedömningar eller liknande visar att samhällets krav på säkerhet är uppfyllda i enlighet med lagstiftningen. Projekteringarna utgick från förenklad dimensionering och sedan har förändringar av varierande omfattning gjorts. Vilka problem som kan uppkomma vid otillräcklig verifiering analyserades genom att studera vilken effekt förändringen av brandskyddet får på säkerheten och om eventuella brister uppmärksammats vid verifieringen i brandskyddsdokumentationerna.

Den analys som presenteras i denna rapport av brandskyddsdokumentationerna skall verka som underlag för att utarbeta en metodik som identifierar behovet av omfattning av verifiering. Analysen struktureras enligt följande frågeställningar:

- Efterlevs de krav på säkerhet som ställs i BVL, BVF och BBR?
- Hur efterlevs krav på verifiering och kontroll som ställs i BBR?
- Hur påverkar förändringen av brandskyddet säkerheten i byggnaden?

Brandskyddsdokumentationerna har tillhandahållits av konsulter som projekterar brandskydd och av räddningstjänster som granskar dokumentationer på uppdrag av byggnadsnämnden eller stadsbyggnadskontoret. Dokumentationerna har behandlats konfidentiellt, vilket medför att inga detaljerade exempel redovisas i rapporten. I redogörelsen nedan diskuteras framför allt fel och brister som uppmärksammas och den utgör en syntes av problemen som uppmärksammats. Det bör tilläggas att fler exempel finns där verifiering och kontroll är fullgod.

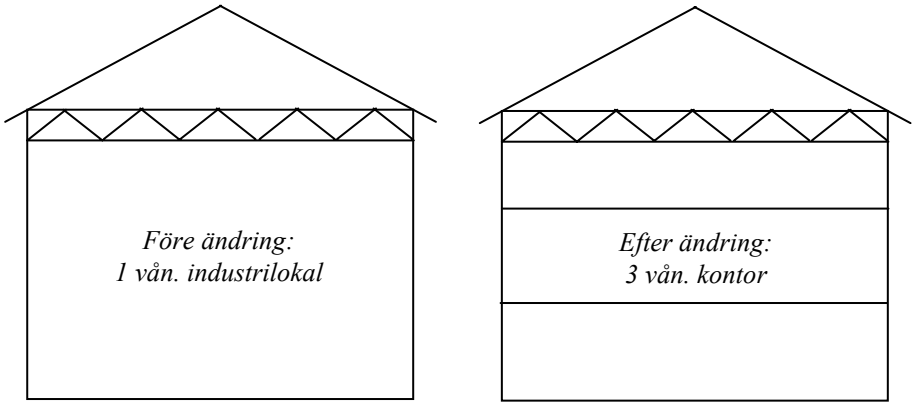
6.2 Exempel på otillräcklig verifiering

Följande exempel visar på brister i dokumentationerna som är karaktäristiska till sin typ och som är ett resultat av att projektören har strukturerat verifieringsbehovet felaktigt. Konsekvensen av dessa brister varierar från objekt till objekt, men gemensamt är att huruvida det har betydelse för säkerheten eller inte uppmärksammas i verifieringen. I samband med analytisk dimensionering är dessa nödvändiga att belysa vid verifiering, för att visa att effekten på säkerheten har uppmärksammats av projektören.

6.2.1 Egenskapskrav i BVF glöms bort

Vid avsteg från krav är det viktigt att det nya skydd som projekteras uppfyller samma syfte för att inte säkerheten skall försämras. I följande avsnitt ges en kortfattad beskrivning av ett tekniskt byte som får allvarliga konsekvenser på säkerheten, tillföljd av utebliven verifiering. En korrekt utförd verifiering skulle inte kunna visa att säkerheten var lika god efter det tekniska bytet som innan, och lösningen skulle inte uppfylla kraven utan kompletteringar.

Byggnaden är en industrilokal där bärverket är en oskyddad stålkonstruktion. I samband med en omfattande ändring skall lokalen byggas om till en kontorsbyggnad med tre våningar, se Figur 9. Avsikten är att bibehålla det oskyddade bärverket och med hjälp av analytisk dimensionering visa att målen i BBR ändå uppnås. Innan ändringen klassades byggnaden som en BR3 byggnad och efter ändringen som en BR1 byggnad.



Figur 9 Sektionsskiss före och efter ändring av en industrilokal till kontor.

Verifieringen utförs genom att använda datormodeller för att räkna på förhållandena i det tidiga brandförloppet. Tid till kritiska förhållanden jämförs med utrymningstid och det går att visa att personer hinner utrymma byggnaden innan kritiska förhållanden uppstår. Dessutom beräknas temperaturen i brandgaserna för att påvisa att bärverket inte förlorar sin bärförmåga innan personerna hinner utrymma byggnaden. Eftersom beräkningarna visar att bärverket inte rasar innan personerna hinner utrymma lokalerna blir slutsatsen att fullgod säkerhet enligt BBR uppfylls.

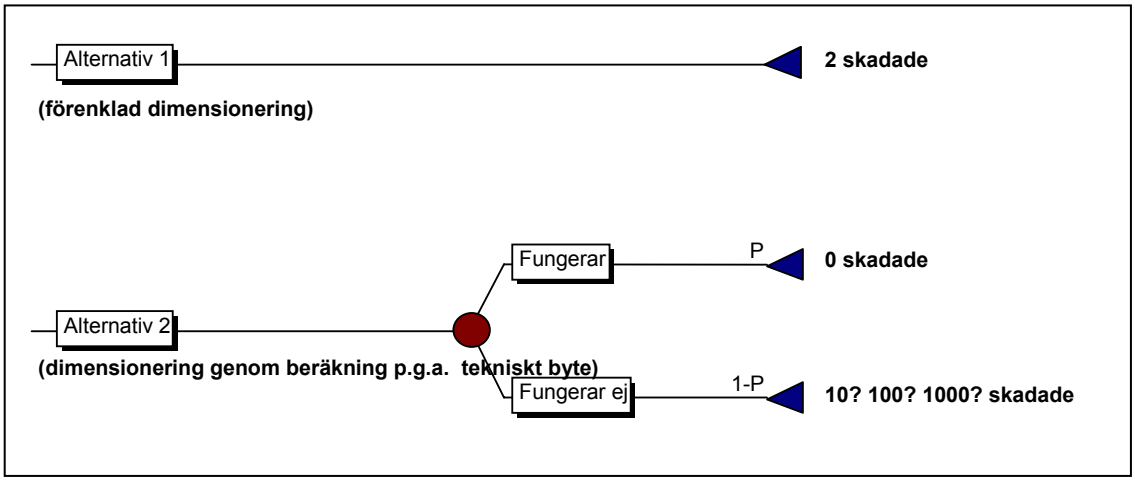
Verifieringen ovan är bristfällig eftersom avsteg görs från kravet på bärförmåga och eftersom enbart ett av syftena verifieras, nämligen utrymningssäkerhet. I verifieringen analyseras endast det tidiga brandförloppet, men kravet BBR innebär att konstruktionen skall motstå ett fullständigt brandförlopp, med tanke på räddningstjänstens säkerhet m.m. Ingen utredning visar på att övertänd brand inte kan uppstå i lokalen, något som i så fall kunde motivera att enbart det tidiga brandförloppet studerats.

6.2.2 Tillförlitlighet hos brandskyddet beaktas ej

Ett vanligt misstag när olika lösningar skall jämföras är att inte beakta skillnader i skyddsåtgärdernas tillförlitlighet. Att bortse från scenarier där systemet inte fungerar är exempel på ett sådant misstag, vilket kan ge allvarliga konsekvenser på säkerheten. En otillräcklig verifiering innebär en risk för att kraven på säkerhet i byggreglerna inte uppfylls, fast dokumentationen ger sken av att säkerheten är acceptabel. Otillräcklig verifiering innebär att kraven på verifiering i byggreglerna inte uppfylls.

Tillvägagångssättet grundar sig ofta på en felaktig användning av scenarioanalys, d.v.s. ett eller några dimensionerande scenario analyseras för att utvärdera brandskyddet. Verifiering av brandsäkerheten genom analys av enstaka scenario har en begränsad tillämpning och innebär i många fall att viktiga aspekter för brandsäkerheten faller bort i analysen. För att verifiera den typen av lösning krävs att händelseträdsbaserad dimensionering används, vilket kortfattat beskrivs i avsnitt 8.3.2.

För att visa på faran med otillräcklig analys används ett förenklat exempel, se Figur 10. I exemplet skall brandsäkerheten för två alternativ jämföras. Alternativ 1 utgörs av förenklad dimensionering medan alternativ 2 är en lösning där förändringar gjorts, vilket föranlett det tekniska bytet sprinklerintsallation. Det skall framhållas att sprinkler ofta har en mycket god inverkan på brandskyddet i en byggnad, men att effekten av felfunktionen hos systemet ändå måste beaktas. Detta gäller alla tekniska system och sprinkler används endast som ett exempel på ett tekniskt system. Påverkan på säkerheten analyseras genom att använda händelseträd och syftet med analysen är att illustrera den relativa skillnaden mellan alternativen.



Figur 10 Jämförelse mellan två alternativ med hjälp av händelseträdsmetodik, som utgångspunkt för verifiering av säkerhet.

Om en reduktion av brandskyddet kompenseras genom att en skyddsåtgärd installeras, t.ex. sprinkler, brandlarm eller brandgasventilatorer, krävs det att effekten på brandsäkerheten vad beträffar tillförlitlighet beaktas. Ett första steg är t.ex. att utvärdera konsekvensen av om systemet inte fungerar. Det duger inte att enbart jämföra alternativen då systemen fungerar. Även om tillförlitligheten är hög, accepterar inte samhället större skador. Det är alltså inte oväsentligt hur stor konsekvensen av ett fel blir. Om konsekvensen är 10, 100 eller 1000 skadade eller döda är högst väsentligt. Det kan vara nödvändigt att installera redundanta skyddsåtgärder för att förhindra en katastrof till följd av att en nödvändigt skyddsåtgärd inte fungerar. Om effekten av ett fel kan få stora konsekvenser krävs det att detta beaktas i dimensionering. Trots hög tillförlitlighet kan möjligheter finnas att fel uppstår som inte framgår av riskanalysen och därför kan inte detta scenario negligeras utan vidare.

Problemet löses inte genom att förutsätta att skyddsåtgärden inte fungerar i det dimensionerande scenariot. Det innebär att de positiva skyddseffekter som t.ex. sprinkler har inte kan tillgodoräknas. Nedan följer exempel på anledningar till att ett systemet inte fungerar som det är tänkt:

- byggfel
- produktfel
- installationsfel
- bristande service och underhåll
- sabotage
- felaktig dimensionering
- "worst-case scenario", d.v.s det verkliga brandscenariot överträffar det som ansågs vara rimligt att dimensionera efter.

Om enbart det scenario, då allting fungerar som det är tänkt, används för att jämföra effekten av förändringen kommer det vara möjligt att argumentera för att två av varandra oberoende utrymningsvägar inte behövs. Kraven på bärförmåga kan då reduceras till R0 när sprinkler installeras etc. Bristen ligger i den metod som används för att värdera säkerheten. I situationer då tillförlitlighet behöver beaktas krävs att en mer komplicerad metod används för att utvärdera säkerheten.

Vid förenklad dimensionering har inte alla skyddsåtgärder 100% tillförlitlighet. Däremot är mycket av den förenklade dimensioneringen baserat på passiva skyddsåtgärder, som i många situationer har en hög tillförlitlighet jämfört med aktiva system. Graden av redundans är också ofta högre, genom att om brand bryter igenom en brandcellsgräns är intilliggande brandceller fortfarande i funktion. Brandcellsgränsens brott innebär bara en begränsad ökad skada, jämfört med om sprinkler inte fungerar och en öppen planlösning tillåtits. Det kan dock finnas fall där tillförlitligheten hos ett avskiljande väggparti är irrelevant, t.ex. om dörren som sitter i väggen står uppställd, kommer den att vara den svaga länken. Samma redundans kan även finnas här, d.v.s. om en dörr är uppställd fungerar förhoppningsvis andra dörrar i intilliggande brandceller.

Det finns flera exempel på otillräcklig verifiering i det analyserade materialet. I en vårdlokal tas brandskyddet i ventilationssystemet bort, krav på utrymningssäkra zoner för horisontell utrymning frångås, brandmotståndet hos bärverket minskas, gångavståndet förlängs, ytskiktsklass ökar och avskiljning mellan dagrum och korridor tas bort, allt till följd av att sprinkler installeras. Om sprinklern inte fungerar riskeras brand- och brandgasspridning i hela byggnaden, samtidigt som att utrymningsförhållandena är försämrade och risk för kollaps av bärverket finns.

Vart och ett av de tekniska bytena kan under vissa förutsättningar vara möjliga att acceptera, men inte den totala effekten. När sprinklern fungerar kommer branden att släckas eller begränsas och många andra skyddsåtgärder blir överflödiga. Om dessa reduceras och elimineras utan eftertanke har skyddsstrategin förändrats från att var uppbyggd av flera redundanta system till att enbart förlita sig på en enda skyddsåtgärd.

Vid dimensionering av tekniska system är det vanligtvis nödvändigt att gardera sig emot "common cause failure" (CCF). Ett CCF orsakar flera felfunktioner till följd av endast ett enstaka fel. CCF leder ofta till ödesdigra konsekvenser för hela systemet. Ett typexempel på CCF är effekten av utebliven elförsörjning. Det tekniska byte som beskrivits ovan där en rad oberoende brandskyddssystem ersatts av ett enda är ett typexempel på när sannolikheten för CCF ökar. Utebliven sprinklerfunktion vid brand kan resultera i en katastrof genom att en rad skyddsbarriärer förlitar sig på att sprinklern skall fungera.

6.2.3 Olika komplicerade lösningar vid tekniska byten

Ett vanligt tekniskt byte, som innebär att förenklad dimensionering frångås, är när det maximala gångavståndet till en utrymningsväg utökas genom att ett tekniskt system, t.ex. sprinkler som inte uppfyller kraven enligt RUS 120:4 installeras. Effekten av att förlänga avståndet till en utrymningsväg innebär att gångtiden för utrymmande kommer att öka. Den totala utrymningstiden är sammansatt av detektionstid, reaktionstid och gångtid. Genom att minska någon av de andra tiderna kan en förlängning av gångtiden kompenseras så att den totala utrymningstiden inte blir längre. Ett exempel är att installera ett utrymningslarm som minskar reaktionstiden. Ett annat alternativ kan vara bredare utrymningsvägar för att öka flödet, dock under förutsättning att det är köbildning som är en av de begränsande faktorerna i utrymningsförloppet. I ovanstående exempel är det enkelt att identifiera effekten på säkerheten och utforma ett alternativt skydd som medför lika goda utrymningsmöjligheter, d.v.s. samma säkerhet. Utvärderingar av efekterna på brandsäkerheten vid en av förändring av brandskyddet, verkar vara begränsade till att enbart omfatta utrymningsstrategin.

För att kompensera ett längre gångavstånd kan även andra riskreducerande system som inte är direkt kopplade till utrymningsförloppet användas. Det gör att effekten inte är lika lätt att identifiera och analysera. Sprinkler har t.ex. många positiva brandskyddande egenskaper eftersom den släcker alternativt begränsar branden, under förutsättning att sprinklersystemet fungerar. Risken för brandspridning inom byggnaden är därmed starkt reducerad och hotet att personer i angränsande utrymmen skall utsättas för brand eller brandgas liten.

Skyddseffekten av kort gångavstånd till utrymningsväg och sprinkler är dock olika till sin karaktär. Avstånd till utrymningsväg påverkar utrymningstiden medan sprinklersystemets effekt påverkar själva branden. Ett tekniskt byte som har olika effekt på olika delar av brandskyddet medför större behov av verifiering. När en förändring av brandskyddet utvärderas och den logiska uppbyggnaden av systemet inte är tydlig, finns stor risk för att effekter av förändringen inte uppmärksammas.

Intuitivt verkar det tekniska bytet vara helt i sin ordning och ge en bättre personsäkerhet än vad kortare utrymningsvägar innebär. Frågan är dock om effekten på brandsäkerheten har analyserats i tillräcklig utsträckning.

6.2.4 Olika effekt i olika delar av byggnaden

Det finns flera aspekter, i fråga om säkerhet, som bör beaktas i exemplet där sprinkler medför att längre gångavstånd kan användas. Även om det ovan påvisats positiva effekter av sprinkler, så har inte säkerheten för personerna som vistas i brandrummet nödvändigtvis förbättras. Dels har sprinkler en aktiveringstid, vilket gör att kritiska förhållanden kan uppstå i brandrummet innan ett sprinklerhuvud aktiverats. Dessutom kom-

mer sikten i brandrummet att reduceras avsevärt när sprinklern aktiveras. Det finns även studier som visar att sprinkler bidrar till att skapa mer toxiska förhållanden i brandrummet genom påverkan på förbränningsprocessen, d.v.s. att mer CO bildas (Beever & Britton, 1999).

6.2.5 Egenskaper hos brandskyddet förbises

Egenskaper för brandskyddet som har betydelse för säkerheten är fler än enbart den ofta mätbara och kvantifierbara funktionen. I ett brandtekniskt sammanhang avser funktionen t.ex. vilken effekt ett sprinklersystem har när det fungerar, d.v.s. om sprinkler släcker en brand fullständigt eller endast begränsar den. Det finns en tydlig koppling mellan denna egenskap och säkerheten i en byggnad. Andra exempel på variabler med sådan koppling som går att mäta är detektionstid, utrymningsbredd, utrymningsflöde genom en öppning, tid till kritiska förhållanden, utrymningstiden etc. Andra egenskaper än ett systems funktion, t.ex. redundans, är svårare att lika tydligt precisera. Det råder dock inget tvivel om att det finns indirekta eller outtalade krav på andra egenskaper än funktion. Ett exempel från byggreglerna är tillförlitlighet i form av krav på redundans för skydd mot brandspridning till granne, samtidigt som räddningstjänsten förväntas begränsa branden för att förhindra spridning. Ett annat är krav på två av varandra oberoende utrymningsvägar. Fler egenskaper som påverkar säkerheten är t.ex. komplexitet, flexibilitet, känslighet och sårbarhet, vilket behandlas i avsnitt 7.3.

6.2.6 Byte av skydd mellan olika skyddsmål

En effekt av ett tekniskt byte kan bli att personsäkerhet byts mot egendomsskydd, vilket innebär ett byte av skydd som avser olika egenskapskrav. För att motivera vissa typer av skyddsåtgärder är det önskvärt att kunna tillgodoräkna nyttan för ett egenskapskrav och kunna kompensera för en försämring av ett annat egenskapskrav. Ett sådant byte får enligt BBR inte göras vid analytisk dimensionering. Det är inte acceptabelt att sänka personskyddet i byggnaden genom att förbättra egendomsskyddet. Vid verifiering är det viktigt att visa att ett byte inte får en sådan effekt.

6.2.7 Dold effekt av en förändring av brandskyddet

En förändring av maximala avståndet till utrymningsväg kan innebära att storleken på en brandcell ökar och därmed kan egendomsskada till följd av brand bli mycket större. En vanlig missuppfattning är att egenskapskraven och föreskrifterna enbart värnar om personskydd. Detta stämmer inte men däremot är personskydd prioriterat i BBR, vilket bl.a. resulterat i att tydliga funktionskrav med avseende på egendomsskydd saknas. Större brandceller innebär även en snabbare brandspridning inom byggnaden och kan därmed äventyra insatspersonalens säkerhet och påverka deras möjligheter att släcka branden. Genom att ”orsak-verkan” förhållandet för skyddsåtgärder i den förenklade dimensioneringen, inte är helt kända finns risk för att en förändring av systemet påverkar systemets funktion i andra avseende än vad som verifierats. I exemplet ovan sker indirekt påverkan på fler egenskapskrav än utrymningsmöjligheten. Visserligen innebär sprinkler en positiv effekt på dessa mål, men för att uppfylla kraven i bygglagstiftningen måste detta verifieras.

6.2.8 Ändring (ombyggnad)

Vid projektering av en begränsad del av en byggnad är det nödvändigt att beakta hur brandrisken och brandskyddet i den projekterade delen och övriga delen påverkar varandras. Detta trots att en endast en begränsad del av byggnaden projekteras. Det kan t.ex. bli aktuellt när det krävs att utrymning sker genom delar av byggnaden som inte berörs av ändringen i övrigt. I ett sådant fall kommer dessa delar att vara berörda och skall beaktas vid projekteringen.

Ett annat exempel är risk för brand och brandgasspridning via ventilationssystem. Finns otillräckligt brandskydd i ventilationsanläggning kan det vara nödvändigt att installera detektionssystem i andra delar av byggnaden än den som projekteras. Alternativet kan bli ett mycket mer kostsamt ingrepp i ventilationssystemet. Kunskapen om brandskyddsstrategin i den andra delen av byggnaden kan vara nödvändig för att kunna verifiera att målen i BBR uppfylls.

6.2.9 Förändring av mål med dimensioneringen

Målet för brandskyddet är sammansatt av flera mål eller krav från en rad olika intressenter. Det medför att en skyddsåtgärd kan vara en del av brandskyddet för flera olika skyddsmål. De olika intressenterna har ofta olika önskemål om vad som skall skyddas och i vilken utsträckning, d.v.s. till vilken skyddsnivå. Den skyddsnivå som uppnås av en skyddsåtgärd som syftar till att uppfylla de högst ställda kraven, kan samtidigt innebära att flera andra intressenters lägre krav uppfylls.

Det krav som från början var dimensionerande för en skyddsåtgärd kan vid förändringen av skyddsstrategin innebära att ett annat krav eller mål blir dimensionerande. Kravet på bärande konstruktioner syftar både till att garantera trygg utrymning för personer i byggnaden och att säkerställa personskydd om byggnaden ej helt kan utrymmas. Kraven syftar samtidigt till att räddningstjänsten skall ha möjlighet att göra en säker insats, grannens säkerhet vid ras och att reparationsarbeten kan utföras säkert (Anderberg & Pettersson, 1992). Vid förändring av förutsättningarna för utrymning kan behovet av brandmotstånd mycket väl minska för att klara utrymning. Det är dock viktigt att beakta vad förändringen av skyddet innebär även för räddningstjänsten. Krav på säkerhet för räddningstjänsten är delvis avsedda för att personer som inte klarat av att utrymma på egen hand skall kunna bistås, t.ex. handikappade. Dessutom är det önskvärt att räddningstjänsten skall klara eftersökning av eventuellt kvarvarande personer. Det finns sällan några garantier för att det inte finns någon kvar i byggnaden när räddningstjänsten anländer. Det innebär att skydd, som har till uppgift att garantera räddningstjänstens säkerhet och insatsmöjlighet, inte kan reduceras utan vidare, till följd av argument som att alla redan hunnit ut. Detta sker tyvärr ändå ofta, se exempel i avsnitt 6.2.1.

6.2.10 Effekt kan ej utvärderas kvantitativt

I många fall kan det vara svårt att värdera effekten av förändringen på brandskyddet. T.ex. vet vi inte hur man bör mäta och kvantifiera alla egenskaper eller hur acceptanskriterier skall ställas upp. Den egenskap som uppmärksammas mest är brandskyddets funktion. Även om funktionen hos många typer av skyddsåtgärder och dess påverkan på brandförloppet är möjliga att beräkna, är en fullständigt kvantitativ analys av denna egenskap är inte alltid möjlig. Kvalitativ analys är nödvändigt i många situationer för att inte dessa aspekter helt skall negligeras i analysen. Hur skall t.ex. påverkan på säkerheten vid användande av träpanel i utrymningsväg jämföras med skyddseffekten som

sprinklersystem medför? Brand i dolda utrymmen är ett annat scenario som är svårt att anlaysera, men som ofta leder till allvarliga konsekvenser vid brand.

Det kan vara svårt att kvantifiera vilken skyddseffekt som räddningstjänstens insats innebär och ta hänsyn till räddningstjänstens kapacitet och förmåga vid dimensionering av brandskyddet. Vilket byggnadstekniskt skydd som krävs för att tillräcklig säkerhet för räddningstjänstens insatspersonal skall upprätthållas uttrycks sällan i kvantitativa termer, vilket försvårar dimensionering.

6.2.11 Effekt av faktorer som inte omfattas av bygglagstiftningen

Tekniska byten som innebär att tillkommande brandskydd utgörs av påverkan på faktorer eller förutsättningar som inte regleras eller kontrolleras med bygglagstiftningen men ändå påverkar brandsäkerheten, är kontroversiella. Det kan t.ex. vara organisatoriska åtgärder, som t.ex. utbildning av personal, begränsningar vad det gäller inredning av lokalen o.s.v. I BBR är detta inte godtagbart för att uppfylla de krav på brandskydd som ställs i bygglagstiftning. Därför är det i många fall svårt att hitta kostnadseffektiva lösningar då brandskyddet försämras i samband med ändringen. Om det däremot vid brandsyn uppmärksammas att brandskyddet är otillräckligt, finns inte samma begränsningar för vilken typ av åtgärd som kan användas för att nå upp till samhällets krav på brandskydd.

6.2.12 Åberopande av vedertagen praxis

Eftersom utvecklingen leder till att utförandet och användandet av byggnader ständigt förändras, har branschen ”accepterat” en rad tekniska byten utan att dessa varit speciellt väl underbyggda. Hänvisning sker till att det är s.k. vedertagen praxis. För att sådana tekniska byten, som t.ex. finns beskrivna i flera handböcker, skall vara acceptabla krävs att de kan verifieras i nödvändig omfattning. Det innebär att många ”hemgjorda” lösningar som verifieras med argumenten ”så här har vi alltid gjort” inte är gångbara. Det krävs att effekten på brandsäkerheten tydligt redovisas genom verifiering och förs in i brandskyddsdokumentationen. Tekniska lösningar som funnits med i tidigare byggregler ingår inte som möjliga tekniska byten inom ramen för förenklad dimensionering. I flera fall har det uppmärksammats att tidigare lösningar inte alltid varit tillräckligt bra, t.ex. röklås i ventilationssystem. Kraven kan även ha omformulerats i senare utgåvor av byggreglerna och därmed ha en något annan innebörd. Det gör att tillämpning av tidigare lösningar inte med säkerhet uppfyller de aktuella kraven. Ett exempel på detta är avsnitt 5:81 och 5:821 i BBR, där BBR medför ett annat krav med avseende på bärande jämfört med motsvarande avsnitt i Nybyggnadsregler 8:21. I NR exemplifieras en rad fall där föreskriven klass på bärförmågan inte behöver tillämpas. I BBR finns inte dessa fall beskrivna som rådstext, utan följande formulering används i föreskriften för att ge möjlighet till avsteg men också till att ställa krav på verifiering:

”Efter särskild utredning kan, i vissa fall, konsekvenserna av sammanstörtning accepteras.”

BBR skärper alltså kravet jämfört med NR. De fall som redovisas i NR kan inte utan vidare tillämpas, utan en särskild utredning krävs, d.v.s. det finns uttryckliga krav på verifiering. Ett sådant avsteg får t.ex. inte leda till att personsäkerheten sänks. Däremot kan fallen i NR vara en indikator på vilken typ av avsteg som är möjliga, men innebär att alternativ utformning enligt 5:11 utförs.

Ibland används vedertagen praxis på det omvända sättet, d.v.s. för att försöka motivera lösningar som direkt strider mot all den brandtekniska tradition som finns i projektörsledet. Ett exempel är att tillåta ytskikt klass 3 i utrymningsvägar, till följd av att sprinkler installeras. Det må hända att det är ett acceptabelt tekniskt byte, med det måste verifieras att säkerheten inte blir sämre än om samtliga krav i BBR efterlevs, något som inte varit tillåtet i tidigare byggregler.

Vedertagen praxis tenderar till att bli en samling lösningar som projektören inte kan redovisa någon bakgrund till. De tekniska bytena är ofta fullt relevanta och vettiga, men tyvärr med allt för stort inslag av tvivelaktig tillämpning av gamla byggregler i kombination med ”nya” tekniska byten som inte tilläts av äldre byggregler och där verifiering saknas. Analysen har visat att för lite information beaktas och ett allt för snävt perspektiv resulterar i att helheten glöms bort.

Ett exempel på detta belyses genom följande anonyma citat från en brandkonsult:

”Sprinkler nyttjas bl a för att ge lägre klass på bärverk och brandcellsgränser. Detta görs i allmänhet utan att man räknar med risken för att sprinklern inte fungerar. Dock beaktas i alla fall att personsäkerheten är tillfredsställande”.

De två sista meningarna i citatet blir synnerligen motsägande, med utgångspunkt från den påverkan på säkerheten som avses. Förenklade metoder och tillvägagångssätt kan leda till att osäkerhet inte behandlas på ett lämpligt sätt, och då kan den typen av slutsatser bli resultatet.

Det hårt tidspressade klimatet som råder vid projektering gynnar den här typen av lösningar. Det har dock visat sig vara förödande för kvalitén på den brandtekniska projekteringen.

7 Analys av verifieringsbehovet

I det här kapitlet diskuteras bakgrunden till hur brandsäkerheten i en byggnad kan analyseras när brandskyddet förändras. Genom att studera påverkan från olika infallsvinklar, som presenteras nedan, kan flertalet av de problem som uppmärksammats i föregående kapitel identifieras och behovet av verifiering bestämmas.

- **Brandskyddets uppbyggnad**, d.v.s. identifiera vilken del av brandskyddsstrategin som berörs och vad syftet med denna del är. Det görs genom att studera uppbyggnaden av byggnadens totala brandskydd och hur denna påverkas vid förändring av brandskyddet.

- **Syftet med kraven på brandskydd** i både BVF och BBR måste beaktas när en förändringen av brandskyddet sker, så att samhällets krav på byggnadens totala brandskydd uppfylls.

- **Brandskyddets egenskaper** är väsentliga för brandsäkerheten i byggnaden. Vid t.ex. tekniska byten är det nödvändigt att undersöka vilken effekt förändringen av skyddets egenskaper får på säkerheten i byggnaden.

- **Hantering av osäkerheter i beräkningar** bör grunda sig på vilka osäkerheter som förekommer i beräkningarna samt hur hög precision som beräkningsresultaten måste ha. Vilken precision som behövs styrs av hur konservativ projektören kan tillåtas vara. Verifiering handlar om att visa att en lösning är lika säker eller säkrare och inte exat på siffran vad konsekvensen blir.

Målet är att bestämma *vad* som behöver verifieras för att säkerställa att samhällets krav på brandskydd är uppfyllda vid tekniska byten. I kapitel 10 kommer generella och mer konkreta slutsatser angående verifieringssbehovet vid förändring av brandskyddets utförandet enligt förenklad dimensionering att göras, med utgångspunkt från de resonemang som förs i detta kapitlet.

Att typ- eller nivåindela olika förändringar av brandskyddet och göra en direkt koppling till en viss typ av verifieringsmetod, bedöms inte lösa de problem som presenteras i kapitel 6. I stället måste metodvalet grundas på en analys av verifieringsbehovet och kännedom om osäkerheterna i den aktuella situationen. Graden av verifiering som behövs vid tekniskt byte är alltså både beroende av effekten av påverkan på brandsäkerheten och de osäkerheter som bedöms vara nödvändiga att beakta i det aktuella fallet.

Vid analys av ett tekniskt bytes påverkan på säkerheten används förenklad dimensioneringen som utgångspunkt för att få en uppfattning om vilken brandskydd som är acceptabelt för att uppfylla samhällets krav. Effekten på säkerheten vid förändring av brandskyddet bedöms sedan relativt denna nivå. I avsnitten som följer redovisas hur effekten på säkerheten kan analyseras, med andra ord konsekvensen av det tekniska bytet.

7.1 Brandskyddets uppbyggnad

I detta avsnitt presenteras en modell för att beskriva hur byggnadens totala brandskydd kan beskrivas i termer av hantering av brandrisk i byggnader. Med hjälp av de verktyg som presenteras i detta kapitel skapas en modell för att identifiera effekterna på brandsäkerheten och omfattningen av förändring av brandskyddet. Det är detta som måste analyseras och beskrivas i samband med verifieringen vid analytisk dimensionering.

BBR syftar bl.a. till att hantera brandrisken i byggnader genom att kraven leder till att olika skyddsåtgärder installeras och åtgärder vidtas. De allmänna råden och flera av kraven är skrivna som detaljerade anvisningar som avser utformningen av byggnaden och byggnadens egenskaper. Att följa dessa anvisningar resulterar i en rad fysiska brandskyddsåtgärder, t.ex. larm, släcksystem etc. Det kan också resultera i åtgärder som har direkt påverkan på byggnadens utformning, t.ex. maximalt personantal, materialval etc. Det är dessa åtgärder som utgör det byggnadstekniska brandskyddet och är uppbyggt av flera olika skyddsåtgärder och/ eller typer av skyddsåtgärder.

Vilken typ av risk syftade skyddet att eliminera eller begränsa och hur? Vad var avsikten att uppnå med skyddsåtgärden eller skyddsåtgärden i kombination med andra åtgärder? Dessa frågor kan först besvaras om verifieringsbehovet analyserats. Svaren skapar förutsättning för att välja metod och acceptanskriterium, i samband med att relevanta osäkerheter identifierats och strategi för att hantera dem utarbetats.

Krav på brandskydd och därmed syftet med olika brandskyddsåtgärder kan delas in i tre huvudtyper. Skyddsåtgärderna syftar till att antingen förhindra eller reducera; uppkomst av brand, spridning av brand och brandgas eller skada på ett specifikt skyddsmål, t.ex. bärande konstruktioner, personer i byggnaden samt intilliggande fastighet. Varje skyddsåtgärd har en eller flera riskeliminerande eller riskreducerande funktioner. Det innebär att indelningen görs med avseende på den typ av skyddseffekt som åtgärden har. Följande tre huvudtyper definieras med utgångspunkt från de tre element som kan användas för att beskriva en risk (Merkhofer, 1987):

- Riskkälla, d.v.s. förhindra brands uppkomst.
- Exponering, d.v.s. förhindra eller begränsa spridning av brand och brandgas.
- Effekt, d.v.s. förhindra eller begränsa skada på skyddsmål till följd av exponering.

Kraven på brandskydd i byggreglerna kan gruppers med utgångspunkt från dessa tre typer. Flera delkapitel i avsnitt 5 kan sortera under samma typ.

Riskkälla

- 5:4 Skydd mot uppkomst av brand.

Exponering

- 5:5 Skydd mot brandspridning inom brandcell.
- 5:6 Skydd mot brand- och brandgasspridning mellan brandceller.
- 5:7 Skydd mot brandspridning mellan byggnader.
- 5:9 Anordningar för brandsläckning.

Effekt

- 5:3 Utrymning vid brand.
- 5:8 Bärförmåga vid brand.

Indelningen i de tre klasserna av skyddstyper är inte utan invändningar, men duger som en grovindelning för att skapa en struktur.

7.1.1 Analys av brandskyddets syfte

En skyddsåtgärd behöver inte vara begränsad till att enbart ge en viss typ av skyddseffekt. Ett sprinklersystem minskar t.ex. brand- och brandgasspridning genom att i ett tidigt skede släcka eller begränsa branden. Genom att sprinkler även kyler brandgaserna minskas samtidigt effekten av brandgasernas termiska påverkan på t.ex. bärande konstruktioner,.

För de flesta brandrisker byggs ett skydd upp som består av en rad skyddsåtgärder. Dessa kan vara beroende eller oberoende, vilket gör skyddet mer eller mindre känsligt. För att skydda personer i en samlingslokal, finns i regel en rad olika skyddsåtgärder, med syfte att reducera eller eliminera risken för dessa personer. En sådan samling åtgärder som hanterar en risk där initierande källa, exponering och effekt på skyddsmål kan identifieras benämns skyddskedja. Brandskyddet består av en rad olika skyddskedjor som är sammanvävda på olika sätt, genom att de olika skyddsåtgärderna kan ha flera syften, och kan ses som ett integrerat system. Varje skyddskedja reducerar eller eliminerar brandrisken för ett skyddsmål.

Det finns flera anledningar till att bygga upp skyddskedjor, t.ex. så innebär det en viss redundans och minskar systemets känslighet. Om en skyddsåtgärd inte fungerar finns det andra som förhoppningsvis fungerar och fortfarande erbjuder ett visst skydd, fast troligen med reducerad kapacitet. Dessutom kan det vara svårt och dyrt att erhålla tillräcklig skyddseffekt genom att enbart koncentrera skyddseffekten till en viss del av risken. Att skydda personerna i samlingslokalen genom att garantera att brand inte uppkommer är i princip omöjligt i en byggnad. Det finns nästan alltid tillgång till värmekällor eller andra brandorsaker. Möjligheten att brand anläggs är svårt att gardera sig mot. Det är enklare att vidtaga vissa åtgärder mot brands uppkomst och samtidigt se till att personer har möjlighet att utrymma. Det kan ses som en komplettering av skyddskedjan med åtgärder som är kopplad till effekttypen, d.v.s. att hindra att personer påverkas av brand eller brandgas.

Hur komplicerat systemet är beror på vilka kopplingar som finns mellan de olika delarna och hur integrerade de olika delarna är. Hur komplicerat brandskyddet är påverkar till stor del vilka möjligheter projektören har att överblicka effekten på säkerheten vid en förändring av brandskyddet.

Vid förändring av brandskyddet är det viktigt att vara på det klara med vilka skyddskedjor som påverkas för att kunna utforma lämpliga skyddsåtgärder. Ett tekniskt byte kan innebära allt från att utforma en skyddsåtgärd som har identiska egenskaper och därmed uppfyller samma funktion i systemet, eller så kan ytterligare en annan typ av åtgärd blir nödvändig.

Ett relativt okomplicerat tekniskt byte är att ersätta en viss typ av detektor med en annan sort, för att undvika falsklarm. En enkel verifiering kan innebära en jämförelse mellan:

- Funktionen, d.v.s. detektionstiden för de båda detektortyperna.
- Komplexitet, d.v.s. hur kopplingar till andra typer av skyddsåtgärder i brandskyddet påverkas.
- Känslighet, t.ex. om det skiljer mellan detektorerna hur aktivering sker vid olika typer av brand och brandgas.

Behovet av verifiering är begränsat till en typ av skyddsmål och inriktat på skyddsåtgärdens funktion.

Om verksamheten i en lokal i stället förändras, så kan det finnas anledning att studera påverkan på brandkällor, ventilationssystemet och utrymningsstrategin vid verifiering. Följande punkter är exempel på vad som bör beaktas:

- Både ventilation, detektion och larm är beroende skyddsåtgärder, samtidigt som de ingår i fler olika skyddskedjor.
- Behovet av fläktkapacitet påverkas av hur länge brandgaslagrets höjd skall kontrolleras, vilket påverkas av behov av utrymningstid.
- Utrymningstiden påverkas av detektionstiden.
- O.s.v.

En förändring av verksamhet kan också påverka andra skyddsmål. Om brandbelastningen ökar kan ett högre brandmotstånd för bärverk blir aktuellt för att klara kraven på bärförmåga i byggreglerna. Det medför att skyddseffekten av befintligt brandskydd av konstruktionerna blir otillräckligt och måste beaktas.

För att överblicka effekten av ett tekniskt byte på en byggnads brandskydd kan matrisen som presenteras i Figur 11 användas för att markera vilken typ av skyddseffekter som påverkas. Det ger underlag för att identifiera vilka skyddskedjor som denna effekt utgör en del av.

När matrisen skall användas måste projektören vara på det klara med vilket skydd som utgör referenssystem, d.v.s. det brandskydd som förenklade dimensioneringen medför. Nedan ges ett förslag till tillvägagångssätt för att fylla i matrisen:

- Beskriv de aktuella reduceringar av skyddet kvalitativt och ge en specifik beteckning, t.ex. A1, A2 etc.
- Gör motsvarande beskrivning av de skyddsåtgärderna som tillkommit till följd av det tekniska bytet, d.v.s. med T1, T2 etc.
- Markera den typ av funktion som berörs av påverkan på skyddsåtgärder av de olika reduceringarna och kompletteringarna.

En positiv förändring anges med ett ”+” på den rad som representerar den typ av skyddseffekt som avses och på motsvarande sätt anges en reducering av skyddet ett ”–”. Det kan också finnas anledning att göra en markering ”0” för de skyddseffekter som inte

påverkas av det tekniska bytet, för att redovisa att effekten på brandskyddet verkligen tänkts igenom.

	Avsnitt i BBR		Tekniskt byte							
			Komplettering				Reducering			
			1	2	3	4	1	2	3	4
Riskkälla	5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
Exponering	5:5	Skydd mot brandspridning inom brandcell								
	5:6	Skydd mot brand- och Brandgasspridning mellan brandceller								
	5:7	Skydd mot brandspridning mellan byggnader								
	5:9	Anordningar för brandsläckning								
Effekt	5:3	Utrymning vid brand (utrymningsunderlättande system)								
	5:8	Bärförmåga vid brand								

Figur 11 Matris för att överblicka effekt av förändring av brandskyddet vid ett eller flera tekniska byten.

Varje reducering behandlas separat i matrisen, eftersom det är svårt att överblicka den totala effekten av det tekniska bytet när omfattande förändringar görs. Det är viktigt att studera det tekniska bytet med en helhetssyn, vilket görs när brandskyddssystemets egenskaper studeras i avsnitt 7.3. Matrisen ger ett bra underlag för att identifiera vad som behöver verifieras, t.ex. vilken del av byggnaden som påverkas, vilken skyddsåtgärd det rör sig om etc. I Appendix A exemplifieras hur matrisen kan användas för ett praktiskt problem.

7.1.2 Tolkning av matrisen

En rad olika slutsatser kan dras med utgångspunkt från en ifylld matris. Indikatorer på en del av de problem som tidigare presenterats i kapitel 6 kan härmed identifieras.

- Genom att studera hur spridningen av markeringar ser ut, går det snabbt att konstatera om förändringens omfattning är begränsat till att påverka en och samma skyddstyp eller ej.

- Om spridningen av ”+” och ”-” är stor i vertikalled har de ursprungliga skyddsåtgärderna ersatts med andra typer av åtgärder. Det föranleder ett stort behov av verifiering, eftersom sammansättningen av en eller flera skyddskedjor har förändrats. Det

ställer stora krav på verifiering av att erforderlig säkerhet uppnåtts. Om det skydd som ersatts var en integrerad del i byggnadens totala brandskydd, d.v.s. ingick i flera skyddsåtgärder för olika skyddsmål, kan omfattningen av verifieringen bli mycket omfattande. Exempel på ett tekniskt byte som har denna effekt finns beskrivet i avsnitt 6.2.2.

- Om det är obalans mellan antalet positiva och negativa markeringar i horisontelled eller både i horisontell- och vertikalled, bör detta uppmärksammas. Det ger indikation på att skyddet i hög utsträckning förlitar sig på ett eller ett fåtal system, d.v.s. risken för ”common cause failure” har ökat. Det föranleder definitivt ett behov av omfattande verifiering av hur kraven på säkerhet uppfylls. Varje enskilt reducering kan verka litet, men effekten av att eliminera en rad oberoende skyddsåtgärder i utbyte mot ett enda system har allvarliga implikationer på systemets säkerhet. Dessutom sker i regel en koncentration av skyddsåtgärder till en enda typ för flera skyddskedjor.

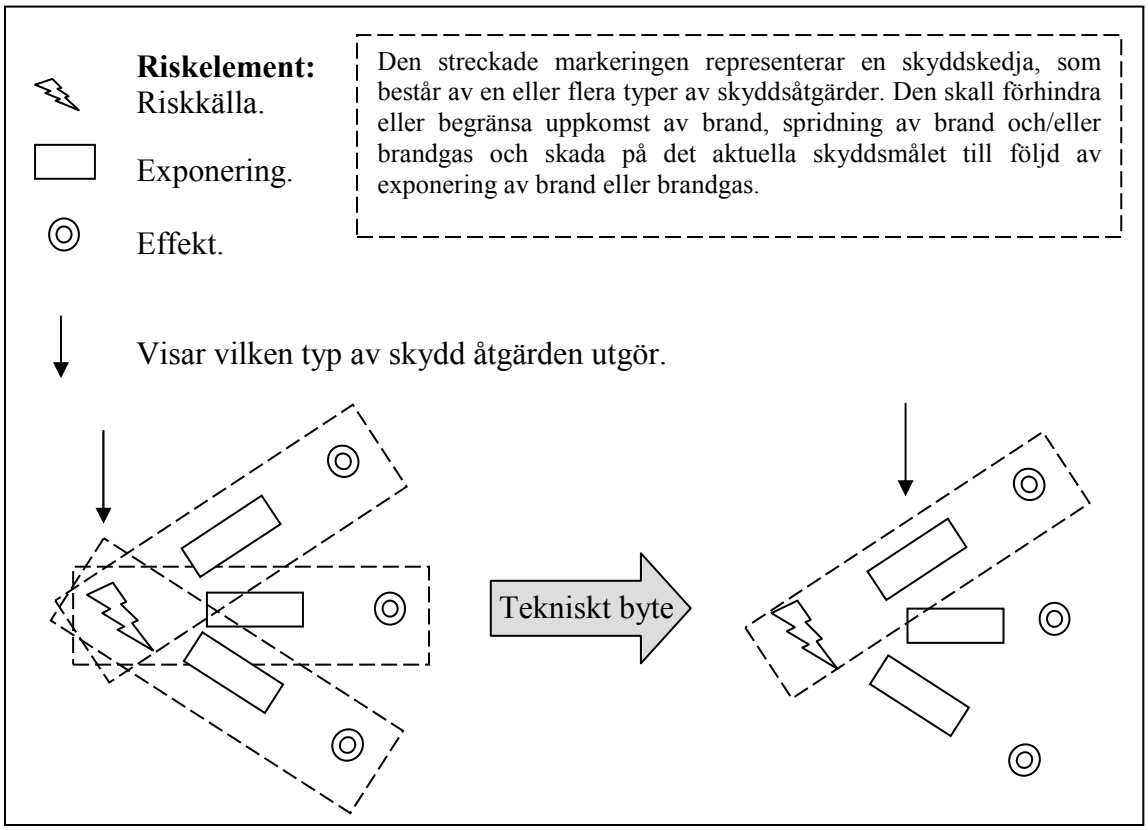
Verifiering sker inte genom att antalet ”+” och ”–” i matrisen kvittas. Om ”+” och ”–” finns på samma ställe finns möjlighet att verifieringen kan begränsas till att omfatta den aktuella funktionen och dess skyddsnivå. Sedan måste det med hjälp av en verifieringsmetod visas att nivån på skyddet är tillräcklig, d.v.s. att tillräcklig skyddseffekt erhålls.

Genom en utökad analys finns goda förutsättningar att hitta fler indikatorer och precisera de befintliga ytterligare för att underlätta bedömningen av verifieringsbehov.

7.1.3 Integrerade skyddsåtgärder

När en skyddsåtgärd är en integrerad del av brandskyddet bidrar den till att skydda flera olika skyddsmål. Ett exempel kan vara brandgasventilation, som förhindrar både att personer i byggnaden och egendom exponeras för brandgaser. Dessutom minskar även risken för övertändning, vilket bidrar till att upprätthålla säkerhet för insatspersonal. Om brandgasventilationen skall ersättas, krävs att det nya skyddet utformas med tanke på alla dessa skyddsmål.

Integrerade skyddsåtgärder är ett effektivt utnyttjande av resurser, men ställer till svårigheter när tekniska byten skall göras. Det kan vara mycket svårt att överblicka effekten på byggnadens totala brandskydd när förändringar av brandskyddet sker. Krav på bärförmåga medför t.ex. direkt skydd mot utrymmande och räddningstjänst genom att förhindra ras. Samtidigt är bärförmåga en förutsättning för att hindra brand- och brandgas spridning inom byggnaden för att undvika att personer i andra delar av byggnaden exponeras för brand och brandgas. Figur 12 visar på ett möjligt problem i samband med tekniska byten i komplext integrerade brandskyddssystem. På motsvarande sätt kan andra problem uppstå, t.ex. om en skyddsåtgärd tas bort till följd av att en riskkälla försvinner. Om skyddsåtgärden hade flera syften kommer flera skyddskedjor att vara otillräckliga och skyddsmål kommer att hotas.



Figur 12 En fara vid tekniska byten, när en riskkälla hotar flera skyddsmål.

7.2 Syftet med kraven på brandskydd

För att kunna identifiera behovet av verifiering är det nödvändigt att syftet med det krav eller råd som ej uppfyllts efter det tekniska bytet är klarlagt, likaväl som syftet med själva de skyddsåtgärder som läggs till. Syftar kravet till att värna om säkerheten för personer i byggnaden, för räddningstjänstens personal eller för båda? Om det inte är klargjort riskerar delar av verifieringsbehovet att hamna utanför det som analysen täcker in.

Strukturering och analys av systemet byggnadstekniskt brandskydd, enligt modellen i avsnitt 7.1.1, baseras på kraven i BBR, som finns strukturerade i olika avsnitt. Vissa egenskapskrav i BVF är inte tydligt preciserade som skyddsmål i BBR. Det gäller t.ex. att räddningsmanskapets säkerhet vid brand skall beaktas.

Omfattningen av vissa delar av brandskyddets syfte verkar vara oklart för många projektörer. Det gäller t.ex. kravet på bärande konstruktioner. Syftet är inte enbart att förhindra att byggnadsverket skall rasa samman under själva utrymningsförloppet, utan även att skydda mot kollaps under viss tidsperiod vid övertändning för att ge möjlighet till en säker släckinsats m.m. (BKR, 1998). Eftersom byggreglerna inte uttryckligen talar om egendomsskydd, tolkar många projektörer det som att samhället enbart ställer krav på personsäkerhet i form av utrymningssäkerhet. Det medför att verifieringssbehovet kan uppfattas vara begränsat till att omfatta utrymningssäkerhet, vilket enbart innebär att effekten på flera skyddsmål förbises och att endast ett av flera egenskapskrav i BVF verifieras.

Det är känt att BBR inte är heltäckande med avseende på kraven i BVF. Föreskrifterna måste fyllas ut med stor sakkunskap för att samhällets krav på byggnadens totala brandskydd skall vara erforderligt (Gyberg, 1999). Visst skydd för räddningsmanskapet erhålls ändå genom att flera skyddsåtgärder av typen exponering bidrager med ytterligare skyddseffekt. Hur detta egenskapskrav skall uppfyllas finns dock inte tydligt uttalat och än mindre finns direkta krav i BBR. I flera av brandskyddsdokumentationerna som studerats har det uppmärksammats att detta egenskapskrav förbises.

Det innebär att en utvidgning av modellen i Figur 11 kan vara nödvändig när förändringens effekt på byggnadens totala brandskydd skall analyseras. För att få en mer heltäckande bild av byggnadens brandskydd kan matrisen utökas till att uttryckligen omfatta skyddseffekt med avseende på räddningstjänstens säkerhet.

7.2.1 Otydlig koppling mellan byggregler och egenskapskrav

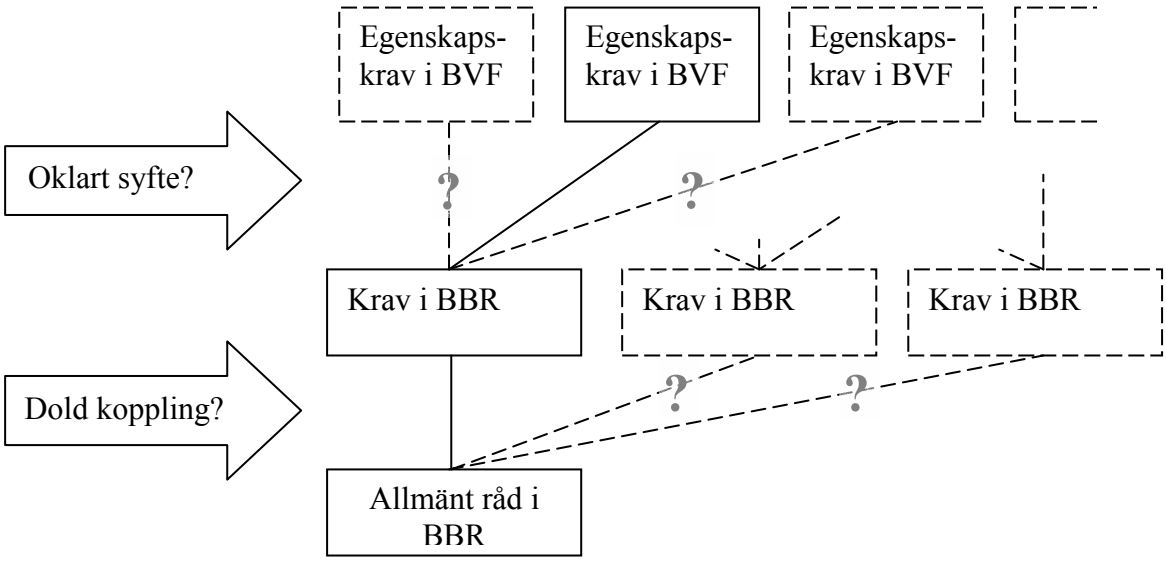
Med anledning av oklarheterna i kopplingen mellan skyddsåtgärder, krav och råd i BBR och egenskapskrav i BVF har önskemål om förtydligande skickats till Boverket. Boverket bedömer frågan som relevant och korrespondensen finns i bifogad Appendix C.

Förtydligandet avser om det egendomsskydd som indirekt skapas vid förenklad dimensionering utgör ett bakomliggande syfte för att uppfylla egenskapskraven i BVF? Det är tydligt att det finns krav på egendomsskydd med avseende på grannens fastighet. Anledningen till frågan är att flera av skyddsåtgärderna som följer av förenklad dimensionering har en skyddseffekt på den byggnaden där branden startar. Däremot framgår det inte i BBR om det är ett skyddsmål som avses att skyddas, eller om det är en ”spinn-off” effekt. Detta måste vara klargjort för att kunna bestämma om effekten på egendomsskyddet skall verifieras eller ej vid ett tekniskt byte.

I Boverkets svar framgår att det egendomsskydd som erhålls genom förenklad dimensionering för den byggnad projekteringen avser är den nivå i BVF som krävs för att uppfylla egenskapskraven. Det innebär indirekt att det ställs krav på egendomsskydd som innebär att skadan inom en byggnad skall begränsas. Det skyddet skall inte ses som en ”bonus” eller ”spinn-off effekt”. Egendomsskyddet avser inte enbart intilliggande byggnader utan även den aktuella byggnaden. Det går därför inte att vid tekniska byten bortse från effekterna på egendomsskyddet. Egendomsskydd utgör inte uttryckligen något funktionskrav i BBR och därmed finns ingen given nivå uttryckligen fastställd. Boverket avser inte att fastställa en sådan, utan hänvisar dels till det skydd som rekommendationer i BBR leder till samt att kostnadseffektiva avvägande bör ingå i beslutsunderlaget när nivån på egendomsskyddet för byggnaden bestäms. Vid påvisandet av kostnadseffektiviteten vid investering i brandskydd, för en byggherre eller brukare, krävs i regel ett vidare perspektiv än att enbart investeringskostnaden för skyddsåtgärderna tas med i beräkningarna (Lundin & Olsson, 2000).

En förklaring till nuvarande otydliga koppling mellan lag och förordning, föreskrifter och allmänna råd är att råden är ett resultat av den rådande byggtraditionen i landet och att denna medför ett acceptabelt brandskydd. I byggtraditionen finns inte alltid tydliga kopplingar mellan skyddsåtgärder och krav i normen, då åtgärderna just är präglade av tradition och erfarenhet. Sådana lärdomar brukar kännetecknas av ”det är inte alltid vi vet varför vissa saker är på ett visst sätt, men det blir bra och fungerar”. Det kan också uttryckas som att ”man vet inte varför vissa saker behövs, men man vet att de behövs”.

Kopplingen från råd och rekommendationer till krav i byggregler är till stor del indirekt. Effekten av att försöka inordna och beskriva den byggtradition som växt fram i ett hierarkiskt regelsystem blir just den effekt som illustreras i Figur 13. Det ställer stora krav på projektören och dennes kunskap och analysförmåga.



Figur 13 Oklara syften och dolda kopplingar ställer till problem vid strukturering av verifieringsbehovet.

I Figur 14 presenteras ett förslag till matris som kan användas vid genomgång av förändringarnas effekt på brandskyddet i byggnaden. Matrisen bistår projektören vid kontroll av om förändringarna påverkar respektive egendomskrav vid ett tekniskt bytet. Det ger också underlag för att bedöma om nya skyddsåtgärder har avsedd verkan på de egenskapskrav som berörs.

Matrisen i Figur 14 används på motsvarande sätt som i avsnitt 7.1.1, men är mer övergripande. Avsikten med matrisen är att förhindra att effekten av att ta bort en skyddsåtgärd, som skyddar fler olika typer av skyddsmål och därmed bidrager till att uppfylla flera egenskapskrav, klargörs.

Egenskapskrav i §4 BVF	Tekniskt byte							
	Komplettering				Reducering			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Byggnadens bärförmåga								
Utveckling och spridning av brand och brandgas								
Spridning av brand till närliggande byggnadsverk								
Personer som befinner sig i byggnaden								
Räddningsmanskapets säkerhet								

Figur 14 Matris för att undersöka om effekt av skydd som tagits bort eller reducerats har uppvägts. För att undersöka om det gjorts i erforderlig utsträckning krävs en mer detaljerad analys.

7.3 Brandskyddets egenskaper

För att bestämma verifieringsbehovet behöver det tekniska bytets konsekvens för säkerheten i byggnaden bestämmas. Vid analytisk dimensionering utvärderas normalt endast påverkan på brandskyddets funktion. Om gångavståndet till en utrymningsväg förlängs, kan den försämrade funktionen kompenseras av tidigare detektion. Funktion är en av flera egenskaper hos brandskyddet som påverkar säkerheten, men i många situationer är det nödvändigt att beakta fler av dem. Tidigare i rapporten har effekterna av att bortse från egenskaper som tillförlitlighet och komplexitet nämnts.

Ett säkerhetssystem kan karaktäriseras av olika typer av egenskaper som utgör systemets prestanda eller beskriver hur systemet fungerar som helhet (Meister, 1991). I följande avsnitt kommer ytterligare några egenskaper som kan vara viktiga för ett systems säkerhet att introduceras. I kapitlet beskrivs följande egenskaper och dess inverkan på brandsäkerheten:

- Funktion
- Mänskligt agerande
- Brandskyddsstrategins komplexitet
- Brandskyddets komplexitet
- Flexibilitet
- Känslighet
- Tillförlitlighet
- Sårbarhet

7.3.1 Funktion

Med funktion avses det mål eller den skyddseffekt som en skyddsåtgärd skall uppnå. Den kan mätas på olika sätt, t.ex. resultat i form av konsekvens vid brand. Funktionen kan också specificeras på andra sätt, t.ex. som en detektionstid eller ett gångavstånd. Först när det är klart hur funktionen kan mätas kan kvantitativa acceptanskriterier formuleras. Kriterierna styr vilken skyddsnivå som åtgärden skall ha när syftet med skyddet är klarlagt. Det kan vara hur mycket skydd som behövs för att en pelare skall bibehålla bärförmågan i en viss tid.

I byggreglerna finns, beroende på vilket skydd som avses och dess betydelse, olika grader eller nivåer angivna. Dessa uttrycks vagt och det är svårt att urskilja eller tolka skillnader i skyddsnivå. Kraven preciseras t.ex. genom termer som:

- tillfredsställande utrymning
- så att de inte kan ge upphov till antändning
- tillräcklig hållfasthet
- betryggande säkerhet mot brand
- begränsad hållfasthet
- skall installeras
- bör installeras
- uppvärmning får inte ske
- försumbart bidrag till brands spridning
- inte får nämnvärt bidraga till
- risken för spridning begränsas
- inte medför risk
- hindrar spridning av brand och brandgas
- brandspridning försvåras
- brand inte sprids snabbt

Uttrycken som beskriver målen är vaga och syftar i varierande grad på hela eller en begränsad del av skyddet. Det är också i varierande grad möjligt att utläsa vad kravet avser, d.v.s. om det avser nivån på ett skydd eller skyddets ”vara eller inte vara”. Att omvandla dessa uttryck till kvantitativa krav, som är verifierbara genom beräkning och som kan preciseras med acceptanskriterier, är en av brandkonsultens största och svåraste utmaning. Denna tolkning är i hög utsträckning objektsspecifik och några generella riktlinjer är inte att vänta. Det är även i varierande grad möjligt att tolka målet i kvantitativa termer eftersom kunskapen om skyddsåtgärderna eller de riskerna som skall förhindras är varierande. Kvalitén på bedömningsmodeller varierar också. Ofta används den lösning som förenklad dimensionering leder till för att utvärdera vilken skyddseffekt som då erhålls och sedan görs en relativ jämförelse.

Kravet att begränsa brandspridning mellan våningsplan för BR1-byggnader finns uttryckt som allmänt råd, där 1.2 m anges som ett lämpligt avstånd mellan fönster i ytterväggg. 1.2 m är ett typexempel på ett råd som ger ett skydd som inte är fullkomligt, utan har en viss nivå. Skyddet kommer i vissa fall vara tillräckligt för att förhindra brandspridning och i andra fall inte. Styrande faktorer för flammornas höjd ut genom ett fönster är bl.a. brandbelastning, typ av brännbart material, väggkonstruktion och fönste-

röppningens storlek. Avståndet mellan fönstren kommer att innebära att när förutsättningarna för att flammorna blir högre än 1.2 meter kommer det att ta tid tills att branden sprids från ett våningsplan till ett annat. Det bör tilläggas att 1.2 meter inte är framtaget med bakgrund av någon specificerad risknivå, utan snarare genom tradition. Detta mått varierar i stor utsträckning mellan olika länder.

Vid bedömning av verifieringsbehovet behöver inte nivån på skyddet utvärderas i detalj. Det görs vid själva verifieringen. Vid identifiering av verifieringsbehovet skall de skyddsåtgärder som förändras och vilken konsekvens det har på skyddseffekten klargöras, just för att veta vad som behöver verifieras i detalj.

Ett tekniskt byte med stor påverkan på brandskyddet kan innebära att skyddsstrategin förändras så att åtgärdernas skyddseffekt inte är identiska. Då sker en omdisponering av skydd i skyddskedjorna, vilket är en stor påverkan på skyddsstrategin och föranleder en högre grad av verifiering. Nivån på funktionen är starkt kopplat till risken för personskada i byggnaden, d.v.s. BR1, 2 och 3 ger en indikation på hur höga krav på funktion som är rimligt.

7.3.2 Mänskligt agerande

Inverkan av mänskligt agerande på skyddsstrategin är väsentlig. Mänskligt agerande är en faktor som är svår att modellera och förutsäga, vilket innebär problem vid dimensionering av säkerhetssystem om detta är viktigt för systemets funktion. I vilken utsträckning graden av mänskligt agerande påverkas vid förändring av brandskyddet är betydelsefullt. Vikten av kontroll och verifiering av förutsättningarna för att det mänskliga agerandet skall fungera som det är tänkt får inte förbises. Effekten av missförstånd, tvetydig information, kompetensbehov och upprätthållande av kompetens etc. måste beaktas. Vid olyckor är det vanligt att felorsaken är det mänskliga felhandlandet, vilket ställer höga krav på verifiering om brandskyddet blir mer beroende av mänskligt agerande.

Ett exempel på när mänskligt agerande är avgörande för ett brandskyddssystems funktion är när brandlarm vidarekopplas till bemannad plats. Det krävs att personer som bemannar platsen, t.ex. vaktlokal, är införstådda i vad som krävs av dem vid larm. Det finns också detektionssystem som utnyttjar larmlagring, där fördröjningen är motiverad av effekterna av ett falsklarm, men där det krävs ett korrekt agerande för att larmet skall vidarekopplas snabbt vid behov eller då en räddningsinsats påbörjas av personal på plats. För att hålla en beredskap med personal på plats krävs kontinuerlig utbildning och övning. Vikarier etc. kan inte utan vidare ersätta personal vars åtagande vid en larmsituation är avgörande för säkerheten.

Det bör poängteras att byte av tekniskt system mot direkta organisatoriska säkerhetshöjande åtgärder inte kan göras inom ramen för BBR vid nybyggnation. Anledningen är att föreskriften inte kan styra kontroll och verifiering av organisatoriska åtgärder, vilket gör att åtgärden hamnar utanför det område som föreskriften omfattar. Egenskapen mänskligt agerande avser inte rent organisatoriska åtgärder, d.v.s. människan som skyddsåtgärd, utan snarare människans roll för att systemet skall fungera samt människans roll i de tekniska systemen. Desto högre grad av mänskligt agerande som utgör en del av brandskyddet, desto högre krav på verifiering.

7.3.3 Brandskyddsstrategins komplexitet

Ett flertal mindre reduceringar av brandskyddet har liten betydelse, om den skyddsåtgärd som påverkas är en av flera oberoende skyddsåtgärder i en och samma skyddskedja. Om ett reducering av flera skyddssystem sker i samband med ett tekniskt byte påverkas en stor del av det ursprungliga systemet. Det kan innebära att när flera skyddsåtgärder påverkas av en förändring, där varje åtgärd isolerat har liten effekt på säkerheten, kommer ha en stor betydelse. Ett tekniskt byte, där flera oberoende skyddsåtgärder ersätts med en enda åtgärd eller flera beroende åtgärder, skapar förutsättningar för ”common cause failure” (CCF) för brandskyddssystemet. Om en skyddsåtgärd uteblir kommer flera skyddsbarriärer att försvinna. Det är en allvarlig typ av fel, som riskeras att inte uppmärksammas vid otillräcklig verifiering. Ett sätt att utvärdera effekten av CCF är att studera konsekvensen av att ett eller flera system fallerar samt att även titta på hur maxkonsekvensen påverkas för olika alternativ, d.v.s. ett ”worst case scenario”. För att gardera sig mot omfattande effekter av CCF vid tekniska byten är det viktigt att öka verifieringen då flera tillsynes oberoende tekniska byten görs eller tekniska byten där fler reduceringar görs.

Komplexitet i brandskyddets uppbyggnad avser en bedömning av skillnad i komplexitet när det tekniska bytet har gjorts. Skyddet skulle bli mycket omfattande, men inte komplicerat i sin uppbyggnad, om brandskyddet utformas på basis av att varje hot och skyddsmål identifieras samt att ett specifikt skydd utformas för varje enskild risk. Av naturliga och praktiska skäl utformas inte brandskyddet på detta sätt. Samordningsvinster är viktiga att tillvarata, t.ex. genom att skyddsåtgärder kan skydda fler skyddsmål från samma fara och även flera riskkällor. Exempelvis medför krav på begränsning av brandspridning mellan brandceller både ett skydd för utrymmande personer, egendom och samtidigt insatspersonalens säkerhet. Integration av skyddet mellan olika riskkällor och olika skyddsmål komplicerar den strukturella uppbyggnaden av skyddet, vilket medför en ökad risk för t.ex. CCF i själva skyddsstrategin.

Ett exempel på när CCF har beaktats i de dokumentationer som studerats, är i samband av ett tekniskt byte där kravet på maximalt två våningar inom en och samma brandcell frångåtts i utbyte mot att ett sprinklersystem installeras. Vid ett sådant byte ställs enligt BBR inga krav på sektionering i höjdled för höga byggnader. I exemplet valde projektören att förutom sprinkler göra ”stora” brandceller, som innefattade 4 våningsplan. Syftet var att begränsa skadans omfattning om sprinklersystemet inte skulle fungera som det var avsett.

Om skyddet blir mer komplext, genom att systemet får flera syften, ökar sannolikheten för CCF och därmed borde verifieringskravet öka, eftersom en feldimensionering får större konsekvenser.

7.3.4 Brandskyddssystemets komplexitet

Ett mer komplicerat brandskydd ökar i regel risken för fel, eftersom fler felkällor och felkombinationer förekommer. En skyddsåtgärd kan vara beroende av att flera komponenter eller delar fungerar, t.ex. brandgasventilation i ett atrium. Det krävs att detektion sker, detektorerna fungerar, styrsystem fungerar, brandgasluckorna öppnar och tilluften fungerar. Tekniska system med avseende på brandskydd integreras mer och mer med byggnadens övriga styr- och reglersystem, t.ex. genom att brandgasventilation kan vara en integrerad del i byggnadens komfortventilationssystem.

7.3.5 Flexibilitet

Flexibilitet avser ett systems olika möjligheter att uppfylla sitt mål, d.v.s. ofta så kan det övergripande målet för ett system uppfyllas på flera sätt och kännetecknar en form av redundans. Brandskydd för ett specifikt skyddsmål utgörs t.ex. ofta av en kombination av oberoende åtgärder, som har olika skyddseffekt. Åtgärder inriktas på att förhindra uppkomst av brand, men om brand uppstår skall spridning av brand och brandgas förhindras eller begränsas. Om exponering ändå sker finns det dessutom en rad åtgärder för att skydda skyddsmål och minska effekten av skadan.

I byggreglerna påverkar även räddningstjänstens insatstid brandskyddet, vilket innebär att räddningstjänsten utgör en del i det byggnadstekniska brandskyddet. Om räddningstjänsten av någon anledning inte kan göra insats, t.ex. genom brister i räddningstjänstens säkerhet, kommer den skyddande effekt på andra egenskapskrav som deras insats medför att behöva ersättas med andra skyddsåtgärder för att uppfylla målen i BBR. T.ex. så tillgodoses behovet av skydd mot spridning till annan byggnad genom både ett passivt brandskydd och räddningstjänstens försorg.

Det finns även en koppling till egenskapen tillförlitlighet. Om t.ex. flexibiliteten har minskat, så kan det till viss del kompenseras genom ökad tillförlitlighet. Exempel på det är t.ex. att använda TR2 trapphus i vissa typer av lokaler, i stället för två av varandra oberoende utrymningsvägar. Ett flexibelt system innebär att systemet har en redundans för att klara av en händelse. Det innebär att en låg flexibilitet medför ett stort behov av verifiering.

7.3.6 Känslighet

Känslighet kan gälla antagande och förutsättningar som är väsentliga för att systemet skall fungera, t.ex. att tillräcklig vattenförsörjning finns att tillgå när sprinkler installeras. Möjlighet till stegutrymning etc. kan vara styrt av räddningstjänstens material och fordon. En känslighetsanalys ger underlag till olika åtgärder för att hantera osäkerhet. Vilken åtgärd som är aktuell beror av typ av parameter som visar sig vara av stor vikt för resultatet. Exempel på åtgärder för att minska känsligheten, t.ex. genom att utföra osäkerhetsanalys eller åtgärder som minskar sannolikheten att kontrollera förhållanden bättre. Ett system som är känsligt har stort behov av verifiering.

Egenskapen känslighet beskriver vikten av antaganden och förutsättningar för dimensioneringen av brandskyddet. Följande frågor beträffande känslighet är ofta relevanta att ställa i samband med projektering:

- Är det avgörande vilken typ av verksamhet som bedrivs eller hur den bedrivs?
- Är det viktigt att det finns förutsättningar för att dessa restriktioner framgår och efterföljs?

Det kan t.ex. handla om nödvändigheten att begränsa personantal eller att utfärda restriktioner för möblering. Analys av känslighet kan även avse att kartlägga vilken verksamhet som kan pågå i lokalen, utan att brandskyddet blir otillräckligt.

7.3.7 Tillförlitlighet

Med brandskyddets tillförlitlighet avses sannolikheten att systemets eftersträvade funktion uppfylls. Det kan både vara kopplat till fel hos systemet eller att påfrestningarna på

systemet är större än vad det dimensionerats för. Exempel på ett fel, som är kopplat till ett system, är om ett utrymningslarm är trasigt och inte startar då det förmodas aktiveras. Att skyddseffekten inte är tillräcklig p.g.a. att en verklig brand blir kraftigare än vad bärverket dimensionerats för är exempel på den andra typen av fel. För enskilda skyddsåtgärder brukar vanligtvis tillförlitlighet förknippas enbart med felfunktion. I ett vidare perspektiv kan båda feltyperna ingå.

Vid ett tekniskt byte ersätts vissa skyddsåtgärder av andra, med syftet att samma funktion skall erhållas. Det skydd som tagits bort eller bytts ut kommer garanterat att vara borttaget vid händelse av brand. Vid påverkan på brandsäkerheten är det väsentligt att titta på hur tillförlitlighet i det nya brandskyddet är. En viss bedömning av tillförlitligheten bör göras i de system som exemplifierar hur kraven kan uppfyllas, men som modifierats eller tagits bort.

Ett system med låg tillförlitligt har ett stort behov av verifiering. Då tillförlitlighet beaktas krävs en analys av vad som händer om systemet inte fungerar. T.ex. hur stor konsekvensen blir. Om konsekvensen av fel är liten, är egenskapen inte lika viktig att beakta som om konsekvensen blir stor, vilket tyder på att både egenskapens och skyddsåtgärderns betydelse är stor. Riskanalys är ett exempel på verktyg som kan användas för att beakta dessa effekter.

I BBR finns krav som starkt förknippas med brandskyddets tillförlitlighet som system. Det ställs krav på två av varandra oberoende utrymningsvägar och det ges möjlighet att ställa högre krav än de som anges i 5:3 – 5:11 om inte räddningstjänsten har en kort insatstid. Detta innebär indirekt att räddningstjänsten inräknas som en del av byggnadens totala brandskydd.

7.3.8 Sårbarhet

Egenskapen sårbarhet beskriver förutsättningar för systemets överlevnad vid inre och yttre påfrestningar och kan tolkas som sannolikheten att systemet fungerar som det dimensionerat. God förmåga att motstå störningar, god uthållighet och hög stabilitet är något som kännetecknar en låg sårbarhet och en god robusthet. Normalt skiljs på intern och extern sårbarhet. Intern sårbarhet definieras på samma sätt som tillförlitlighet, d.v.s. hotet mot systemets funktion genom t.ex. komponentfel. Extern sårbarhet är hotet som utomstående faktorer utgör mot systemet, t.ex. sabotage, explosion, strömbortfall eller naturlig påverkan, t.ex. jordbävning, blåst (brandgasventilation).

Sårbarhet är därmed en egenskap som inte är önskvärd, men det finns dock ett visst mått av sårbarhet som anses vara ”acceptabel”. Anlagd brand behöver inte beaktas vid dimensionering av brandskyddet, men det innebär fortfarande att anlagd brand kan utgöra ett hot mot systemet och dess funktion. Vid ett bombattentat i World Trade Center i New Tork den 23 februari 1993 förstördes sprinklersystemet till följd av explosionen. Det innebar att de bränder som explosionen orsakade inte släcktes. Därmed inte sagt att brandskyddet skall dimensioneras så att det kan motstå en explosion, men det finns en rad händelser som kan sätta ett system ur funktion och systemets funktion kan vara av sådan vikt att åtgärder behöver vidtagas för att garderas sig mot yttre hot. Ibland kan den normala verksamheten utgöra hot mot brandskyddet. T.ex. är det vanligt att dörrar ställs upp eller blockeras. Åtgärder som kan vidtagas för att minska det hotet är t.ex. utbildning av personal eller att använda magnetupphängda dörrar. Vindpåverkan kan

vara ett hot mot brandgasventilationens placering. Genom att sprida till- och frånluftsöppningarnas placering kan hotet minskas.

I regel innebär ett mer komplicerat system att systemet är mer sårbart. Kontroll av systemet blir svårare att upprätthålla och antalet möjliga fel ökar. Om funktionen av de olika systemen beskrivs ordentligt undviks många misstag och missförstånd.

Vid bedömning av sårbarhet kan erfarenhet från tidigare bränder vara viktig. Det kan ge god inblick i vilka system som inte fungerar som det är tänkt och vad det är som går fel när olyckor inträffar. Lösningar som verkar bra i teorin kan visa sig ofunktionella i praktiken, rättare sagt lösningar som verkar bra på ritbordet kan visa sig vara dåliga när byggnaden tas i drift. Räddningstjänsten kan till viss del ta tillvara denna erfarenhet både via brandsyn och insatser varvid denna kunskap är betydligt svårare för en projektör att tillvarata. Det är nödvändigt att ta hänsyn till den sårbarhet som slitage innebär och tillse att förutsättningar för systemens överlevnad skapas, t.ex. genom kontroll och underhållsplan enligt råd till avsnitt 5:12 i BBR.

7.3.9 Slutsats

Det är svårt att ge direkt vägledning hur och i vilken utsträckning egenskaperna hos brandskyddet skall beaktas vid verifiering. För vissa av egenskaperna finns välutvecklade analysmetoder medan de för andra är mycket bristfälliga. Detsamma gäller acceptanskriterier eller dimensionerande kriterier. I dagsläget går det inte att ge entydiga rekommendation i form av nivåer eller metoder, utan snarare peka på vikten av att de överhuvudtaget beaktas.

En utgångspunkt för projektören bör vara att utvärdera vilka av dessa som är betydelsefulla för byggnadens brandskydd och vilka som påverkas av en förändring av brandskyddet. Om ett TR1 trapphus används som enda utrymningsväg för en hög byggnad så är det inte lämpligt att dimensionera trapphuset med ett mycket känsligt system. Även om fläktar med hög tillförlitligheten används i övertrycksventilerade av trapphus, finns andra faktorer som göra att valet av lösning kanske bör studeras ytterligare. Antalet öppna lägenhetsdörrar kan t.ex. vara väldigt känsligt för ventilationssystemet.

I Figur 15 presenteras en matris som kan användas vid genom gång av de tekniska bytena, för att se om säkerhetssystemets egenskaper påverkas.

Det finns idag få metoder att använda för att analysera egenskaper hos brandskyddet som är väsentliga för brandsäkerheten. Matrisen kan användas som en kvalitativ metod där bedömning görs om egenskaperna påverkas av förändringen av brandskyddet. Om så är fallet görs också en bedömning om det har stor konsekvens för säkerheten och behöver analyseras ytterligare. Det saknas idag kriterier för vad som bör föranleda ytterligare analys och vad som är acceptabelt, men genom att göra en genomgång av egenskaperna kan stora fel undvikas. Det ställer stora krav på att projektören verkligen utvärderar effekten av förändringarna som föreslås. När bedömningen av påverkan görs skall hela brandskyddet beaktas, om det kan vara nödvändigt att studera effekten av flera tekniska byten på samma gång, om det finns beroende mellan dem.

Egenskaper hos brandskyddet	Tekniskt byte							
	Påverkas egenskapen av de tekniska bytena?				Betydelse för säkerheten?			
Tekniskt byte nr:	1	2	3	4	1	2	3	4
Funktion								
Mänskligt agerande								
Brandskyddsstrategins komplexitet								
Brandskyddets komplexitet								
Flexibilitet								
Känslighet								
Tillförlitlighet								
Sårbarhet								

Figur 15 Matris för att bedöma om egenskap påverkats av ett tekniskt byte och om det har allvarlig effekt på säkerheten, vilket i så fall bör föranleda utredning huruvida det är acceptabelt eller ej.

7.4 Hantering av osäkerheter i beräkningar

I samband med projektering förekommer en rad olika typer av osäkerheter som struktureras i kapitel 2. Beroende på hur dessa hanteras påverkar de byggnadens säkerhet och även den kunskap som projektören har om säkerheten i byggnaden.

En känslighetsanalys skapar i regel bra underlag för att bedöma vilka parametrar och faktorer som behöver ingå i en osäkerhetsanalys. I känslighetsanalysen klarläggs vad som har stor påverkan på resultatet. Om dessa är förknippade med osäkerhet måste effekten av denna undersökas, för att en lämplig strategi för att hantera osäkerheten skall kunna väljas. I avsnitt 2.2 beskrivs olika nivåer för att hantera osäkerheter.

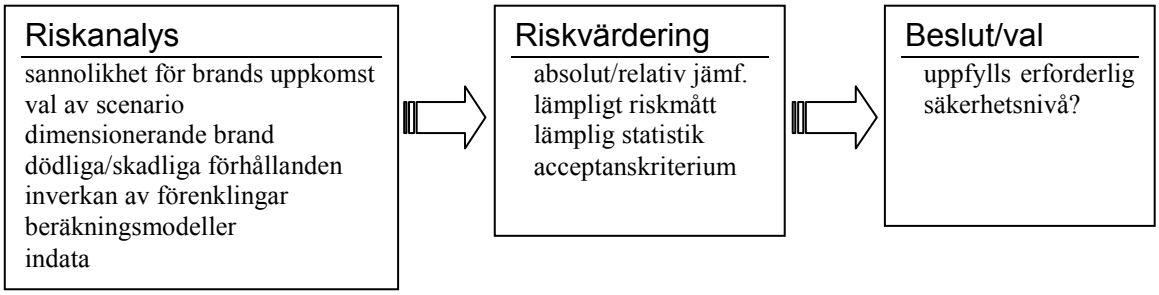
Att välja rätt verifieringsmetod är en av flera nödvändiga åtgärder för att hantera osäkerheter. Exempel på otillräcklig hantering av osäkerhet i samband med verifiering är när en scenarioanalys används för att analysera risken i en situation då tillförlitlighet hos skyddsåtgärden har betydelse för resultatet. Det kan t.ex. vara stor skillnaden i konsekvens om systemet fungerar eller inte. Hanteringen av osäkerhet är direkt kopplad till både kvalitén på och informationsinnehållet i beslutsunderlaget som analysen eller beräkningen resulterar i. Det är viktigt att kvalitén och informationsinnehållet är tillräckligt högt för att rätt beslut skall fattas. Om analys görs enbart utifrån att skyddsåtgärden fungerar ger det intrycket av att brand inte leder till någon negativ konsekvens för personerna i byggnaden. Det tolkas som att risken i byggnaden är 0, vilket naturligtvis inte

stämmer. Effekten av osäkerheten framgår inte av resultatet och att uttala sig om risken i byggnaden till följd av brand är inte möjlig.

Vilken metod eller angreppsätt som är lämplig för att hantera osäkerheter är situationsberoende. Det styrs både av vilka osäkerheter som är aktuella, projektörens kunskap om dessa osäkerheter, vilken risk som är acceptabel och hur konservativ som projektören har råd att vara. En bra beskrivning av olika nivåer som osäkerhetsanalys kan hanteras på beskrivs av Paté-Cornell (1996). Den kan användas för att bestämma vilket tillvägagångssätt som är lämpligt för den aktuella situationen. I avsnitt 2.2 presenteras ett mer förenklat tillvägagångssätt, vilket ligger till grund för resonemanget nedan.

Eftersom dimensioneringsuttryck saknas måste osäkerheterna i beräkningarna hanteras antingen genom grov eller detaljerad analys, se avsnitt 2.2. Den omfattning och detaljeringsgrad som krävs beror dels på vilka typer av osäkerheter som introduceras i samband med förändringen av brandskyddet och vid verifiering av att kraven är uppfyllda. Nya osäkerheter kan introduceras dels genom val av acceptanskriterium samt val av beräkningsmodell, som i sin tur kräver indata som är osäkra.

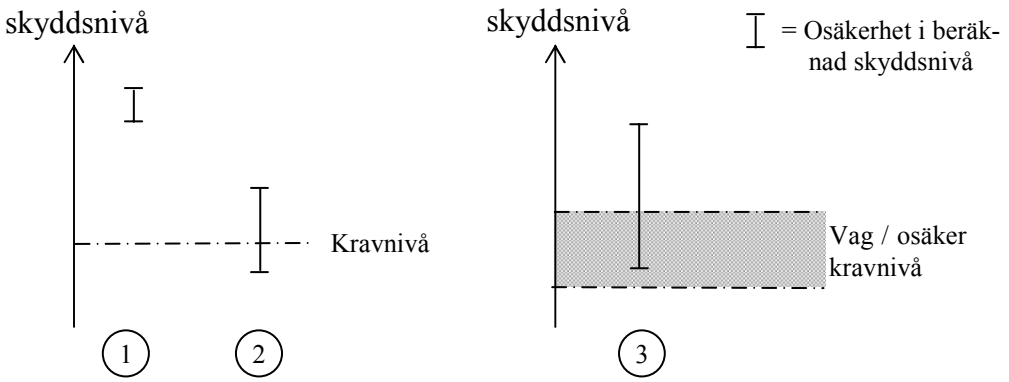
Exempel på osäkerheter som är relevanta att beakta i samband med verifiering av analytisk dimensionering presenteras i Figur 16.



Figur 16 Resultatet av verifiering påverkas av en rad osäkerheter i olika delmoment.

Om verifieringen är otillräcklig innebär det att kontrollen över hur osäkerheter hanteras gått förlorad. Det innebär att stor vikt måste läggas vid att beskriva hur olika typer av osäkerheter har hanterats, d.v.s. beskriva att modeller är valda med omsorg, vilka begränsningar dom har etc.

I Figur 17 presenteras tre olika situationer, där förhållandena är förenklade och överdrivna, vilka dock ger en bild av vilken strategi som är nödvändig för att hantera osäkerheterna vid analytisk dimensionering.



Figur 17 Situationer där skillnad i osäkerhet styr nivå på osäkerhetsanalys.

1) Det råder liten osäkerhet och det finns stor säkerhetsmarginal. Det är en betydande skillnad mellan den säkerhet som finns och det krav som ställs. Principskissen kan användas för delar av risken och representera skyddsnivå eller prestanda för ett system, t.ex. behov av brandgasventilation och dimensionerad brandgasventilation i fråga om kapacitet. Det kan också vara bedömningar av välkända förlopp eller händelser, som bygger på att bakomliggande faktorer och samband är väl kända och liten osäkerhet i projektörens bedömning finns. Kriterium och kravnivå är väl specificerade, t.ex. en absolut nivå eller villkoret att ett system skall vara bättre än något annat. Kravet på hantering av osäkerhet är liten.

2) Osäkerheten är större och säkerhetsmarginalen mycket mindre om inte obefintlig, jämfört med situation 1. Kravnivån måste specificeras tydligt, god kunskap om osäkerheterna är nödvändig och modeller måste användas för att visa att effekten på säkerheten uppfyller de krav som ställs. I många avseenden saknas då detaljerade krav i samband med dimensionering, men relativa jämförelser mellan olika lösningar kan i viss utsträckning låta sig göras.

3) Behovet av hantering av osäkerheter är lika stort, om inte större, än i situation 2. Skillnaden är att i situation 3 är att kraven, d.v.s. den acceptabla nivån är vagt preciserad. Det är exempel på hur många funktionskrav i BBR uttrycks. Det gör det svårt att hantera osäkerheter explicit och det är lämpligt att utforma en mer konservativ lösning, så att mindre avancerade metoder för att hantera osäkerheter kan användas. Om analytisk dimensionering sker genom att projektören utgår från funktionskraven i BBR och egenskapskraven i BVF krävs en mycket omfattande hantering av osäkerheter och en komplicerad verifiering. Det är sällan ett möjligt eller realistiskt tillvägagångssätt vid analytisk dimensionering. Möjligheterna att analysera effekterna av många skyddsåtgärder är begränsade eller otillräckliga för att avgöra om kraven är uppfyllda eller ej. Dessutom är många av kraven vagt formulerade. Ofta sker i stället en förändring av det brandskydd som användandet av förenklad dimensionering resulterar i, d.v.s. en form av tekniskt byte görs.

8 Verifieringsmetoder

Vid verifiering är avsikten att visa att brandsäkerheten är tillräckligt hög, vilket är samma sak som att brandrisken skall vara tillräckligt låg. Val av verifieringsmetod innebär då ett val av en riskanalysmetod. Metoden skall täcka in de effekter som en förändring av brandskyddet har på säkerheten och osäkerheter skall hanteras på ett tillfredsställande sätt.

När verifieringsproblemet har strukturerats är *vad* som behöver verifieras klargjort och det återstår att välja rätt av verifieringsmetod. Det kan föranleda svårigheter eftersom följande saker komplicerar metodvalet:

- Säkerhet och risk är inte entydigt definierat.
- Metoder för att analysera effekten på säkerhet är begränsade.
- Acceptanskriterium saknas i många avseenden, eftersom nivån för många krav i BBR inte är preciserad.
- Hantering av osäkerheter är komplicerat.

För att underlätta ges i följande avsnitt en kortfattad beskrivning av de olika typer av metoder som finns att tillgå och hur de kan tillämpas i samband med verifiering. Metoderna delas in i följande typer:

- Kvalitativa
- Halv-kvantitativa
- Kvantitativa

Det bör understrykas att vid analytisk dimensionering kan alla dessa typer av metoder användas, beroende på det specifika behovet.

8.1 Kvalitativa metoder

Det är inte alltid nödvändigt att använda sig av kvantitativa metoder för att bedöma effekten av en förändring av en skyddsåtgärd eller brandskyddet. Problem som uppmärksammas med kvalitativa metoder kan ofta lösas utan beräkningar. Det beror till stor del på vilken typ av osäkerhetshantering som är aktuell, se avsnitt 7.4.

Kvalitativa metoder är grova till sin karaktär och har därmed en begränsad precision. De används ofta för att identifiera vad som är problemet. I kvantitativa riskanalyser ingår vanligtvis en kvalitativ analys som ett första steg, för att identifiera vad analysen skall inriktas på och för att avgränsa problemet. Exempel på generella kvalitativa metoder är:

- HazOp
- What-if
- Checklistor

Vid brandprojektering kan dessa kvalitativa metoder framför allt tillämpas för att analysera behov av brandskydd med avseende på funktion. Det finns generella metoder som kan användas för att analysera flera av de egenskaperna som beskrivs i avsnitt 7.3, men dessa är inte direkt anpassade för dimensionering av byggnadstekniskt brandskydd.

Det medför att tillvägagångssätt finns beskrivet, men praktiskt tillämpning och indata saknas. Exempel på sådana metoder, som kan vara nödvändiga att tillgripa, är:

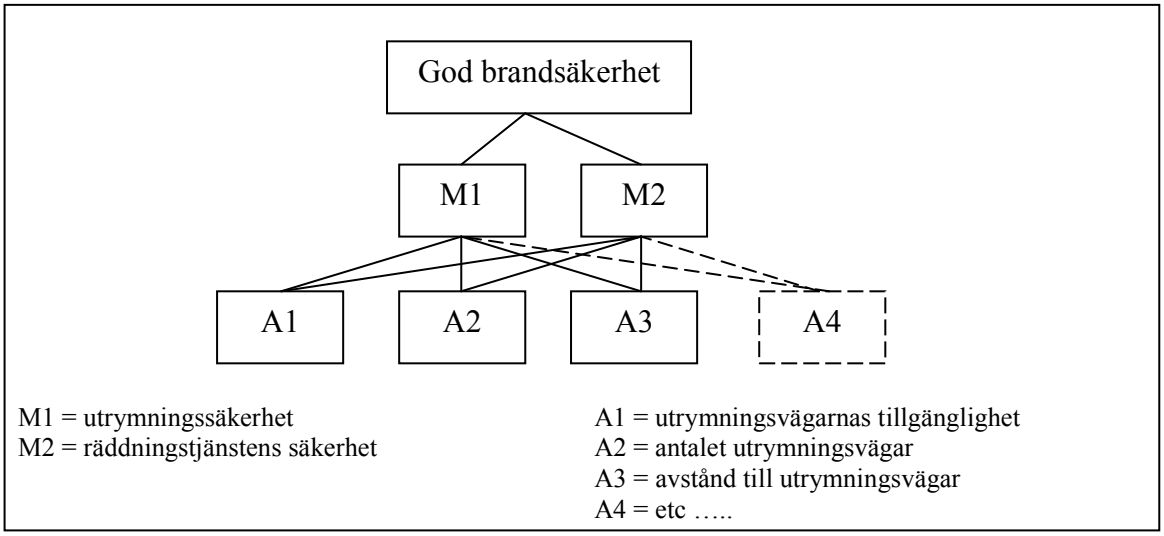
- Human reliability analysis (HRA)
- Sårbarhetsanalys

Trots att väletablerade metoder saknas, krävs att projektören funderar på hur brandskyddets egenskaper påverkas. För att underlätta detta har en checklista utarbetats med exempel på frågor som kan användas, vilken presenteras i avsnitt 10.2.

8.2 Halv-kvantitativa metoder

Halv-kvantitativa metoder är något mer detaljerade än de kvalitativa metoderna och innehåller inslag av mått på både konsekvens och sannolikhet. Dessa mått behöver inte utgöras av direkta siffermått utan kan beskriva storleksordningar (Frantzich, 1999). Det ger tillräckligt underlag för att kunna rangordna och jämföra olika alternativ, men har en del väsentliga begränsningar. Ett exempel på halv-kvantitativ metod är den s.k. index-metoden. Den används för att bedöma säkerheten eller risken i t.ex. en byggnad med avseende på hur olika mål är uppfyllda. Ett mål kan t.ex. vara utrymningssäkerhet och ett annat räddningstjänstens säkerhet osv. Målen bedöms med hjälp av attribut som kan ses som ett slags delmål. I utrymningssammanhang kan viktiga delmål exempelvis vara utrymningsvägarnas tillgänglighet, antalet utrymningsvägar, avstånd till utrymningsvägar, lokalkännedom etc. Var och en av attributen bedöms på en relativ skala och beroende på attributens betydelse för det aktuella målet. För att beräkna ett riskindex viktas de olika målen slutligen ihop. I Figur 18 ges exempel på hur attribut och mål kan struktureras. För en utförlig beskrivning av den här varianten av index metod, som heter Analytical Hierarky Process (AHP), hänvisas till Saaty (1999)

Exempel på tillämpning av den här metodiken har gjorts både för vårdavdelningar (Frantzich, 2000) och trähus (Karlsson & Larsson, 2000). Försök har också gjorts att använda metodiken för brandsyn (Lago, 2001).



Figur 18 Exempel på hur mål och attribut struktureras i ett hierarkiskt system i en indexmetod.

I dimensioneringssammanhang finns det några allvarliga begränsningar med metoden. Eftersom måluppfyllnaden är en funktion av vilket värde de olika attributen har, kommer ett högt värde på ett attribut som har stor betydelse för måluppfyllnad kunna ställa till med problem. Om t.ex. antalet utrymningsvägar är många kommer det attributet att vara högt. Om samtidigt tillgängligheten är obefintlig för att utrymningsvägarna är låsta, kommer ändå en godtagbar måluppfyllnad blir resultatet av beräkningarna. Det är fullkomligt oacceptabelt. Orsaken till problemet är att ett byte mellan dessa attribut inte är acceptabelt. Det finns en miniminivå som måste uppfyllas, t.ex. förbud mot låsta utrymningsvägar. Vid dimensionering bör därför dessa metoder undvikas och för att nyttja dem i riskvärderingssyfte krävs god kännedom om hur dom är uppbyggda. Det går att utveckla dem så att miniminvåer för vissa attribut kan sättas, för att undvika problemetik som beskrevs ovan, men detta är inte gjort i de exempel som är refererade ovan.

I dagsläget är de indexmetoder som utvecklats inte lämpliga att använda i samband med verifiering, då analytisk dimensionering tillämpas i projektering. Däremot är de användbara som checklistor vid projektering.

8.3 Kvantitativa metoder

Den egenskap som oftast är föremål för analys och verifiering är brandskyddets funktion. Det handlar ofta om att med beräkningar visa att en skyddsåtgärd uppfyller ett visst mål som uttrycks som ett kvantitativt dimensioneringskriterium. Det kan vara hur stor area som behövs för att brandgaslagret inte skall sjunka lägre än en viss kritisk nivå eller hur mycket total utrymningsbredd som krävs för att personerna i lokalen skall hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår i händelse av brand, etc. Dessa samband är möjliga att beräkna med fysikaliska modeller och det är också möjligt att precisera kvantitativa kriterier att jämföra med. Verifiering sker genom en kvantitativ analys, t.ex. utrymningstid, brandgaslagrets höjd, tid till detektion etc.

Ett förenklat sätt att nivåindela kvantitativa metoder med hänsyn till komplexitet är att göra indelning utifrån hur osäkerheter behandlas. I en scenarioanalys beaktas inte osäkerheter uttryckligen. I stället görs konservativa antaganden. I händelseträdsbaserad metodik beaktas viss typ av osäkerhet, nämligen sannolikheten för olika utfall eller scenarier i en osäker situation. Det är användbart när konsekvensen av brand skall modelleras, eftersom en rad olika scenarier är möjliga. Tillförlitlighet hos tekniska system är ett exempel på osäkerheter som kan beaktas i en sådan analys. Det finns även möjlighet att utöka analysen av osäkerhet så att osäkerheter både i själva tillförlitlighetsdata samt i bestämning av konsekvens också beaktas. Den typen av analys är mycket komplex och behandlas inte vidare. För vidare läsning hänvisas till Uncertainty and Risk Analysis in Fire Safety Engineering (Frantzich, 1998). För att identifiera effekten av dessa osäkerheter hänvisas till osäkerhetsanalys som är att se som ett komplement till riskanalysmetoderna. Gränsdragningen mellan risk- och osäkerhetsanalys är inte självklar på något sätt. I den här rapporten delas kvantitativa metoder in i två grupper, med utgångspunkt från två vanligt förekommande metoder vid analytisk dimensionering, men det finns både fler metoder och fler sätt att göra indelningen. I många sammanhang delas kvantitativa riskanalysmetoder in i två kategorier; deterministiska och probabilistiska. Med den indelningen tillhör scenarioanalysen den deterministiska gruppen och både händelseträdsbaserade metoder och osäkerhetsanalyser hör till den probabilistiska gruppen. Hur indelningen görs spelar i det här fallet ingen roll. Det väsentliga är att genom

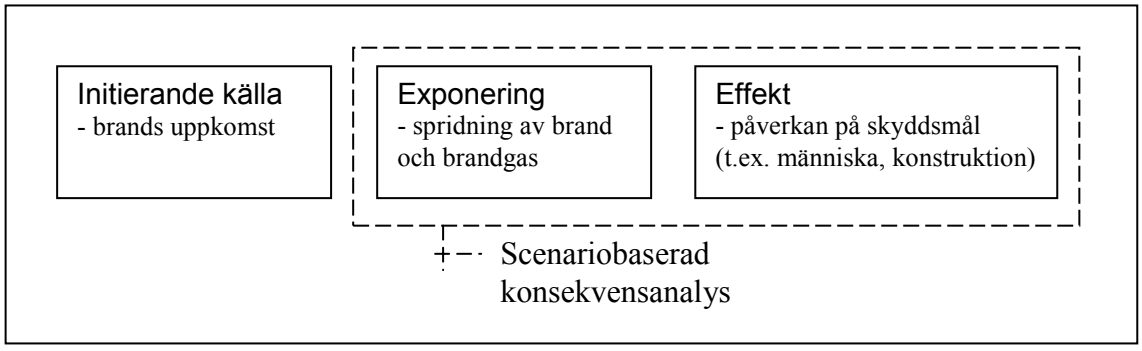
rätt val av riskanalysmetod och osäkerhetsanalysmetod kunna identifiera och hantera alla relevanta osäkerheter som påverkar resultatet.

Komplexitet och omfattning i samband med verifiering handlar inte bara om vilken metod som är lämplig för att beakta relevanta osäkerheter. Vid stora förändringar av brandskyddet där flera skyddsmål eller egenskapskrav påverkas, kan flera riskanalyser behöva utföras. Om flera egenskapskrav berörs av förändringen av brandskyddet så är det inte säkert att skyddsmålen kan täckas in på lämpligt sätt med en och samma riskanalys för olika skyddsmål. T.ex. vad det gäller personskydd i samband med utrymning och vad det gäller skydd för bärande konstruktioner. Olika dimensionerande bränder kan vara aktuella och olika nivåer på skyddet, d.v.s. olika säkerhetsfaktorer.

8.3.1 Scenarioanalys – enkel konsekvensberäkning

Beroende på hur verifieringensproblemet ser ut kan beräkningar ske på olika sätt. Om en identisk funktion hos brandskyddet skall jämföras kan t.ex. exponering analyseras genom att tid till rökfyllnad jämförs mellan två lösningar. För den typen av analys lämpar sig scenariobaserad konsekvensanalys.

Vad som beräknas beror på syftet med skyddet samt hur stor del av skyddskedjan som behöver verifieras. Ibland räcker det med någon eller några skyddsåtgärder som har samma typ av skyddseffekt, men ibland måste hela brandrisken analyseras, inklusive initierande källa, exponering och effekt. I dessa fall blir osäkerheterna normalt mycket stora och analysen mer komplicerad. Då kan scenarioanalysen endast tillämpas i begränsad utsträckning. Effekter på säkerheten som beaktas med den scenariobaserade konsekvensanalysen är begränsade till exponering och effekt, se Figur 19.



Figur 19 Omfattning av scenariobaserad konsekvensanalys

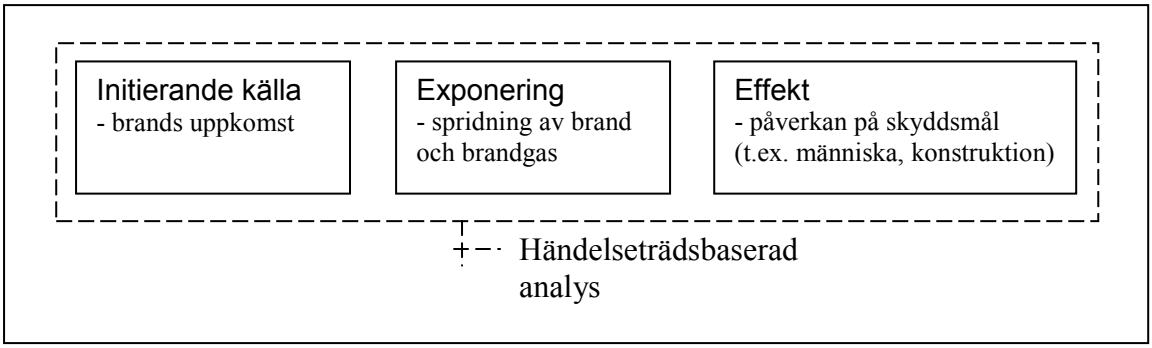
Det innebär att påverkan på risken och osäkerheter som ligger utanför denna begränsning måste behandlas separat. Det gör metoden mindre lämpad för situationer när sådana faktorer har stor inverkan på resultatet. T.ex. när fler olika scenarier är möjliga eller var branden är placerad i byggnaden.

8.3.2 Händelseträdsbaserad analys – probabilistiskt angreppssätt

Vid dimensionering av brandskydd finns en stark koppling till den risk som skyddet avser att hantera. Det som kännetecknar dimensionering av skydd mot risker är att det ofta handlar om beslut under osäkerhet. Det finns inte vid dimensioneringstillfället information om var bränder i byggnaden kommer att starta, hur stora dom kommer att bli och exakt hur många personer som vistas i lokalen. Det är därför vanligt att osäkerhet

måste beaktas vid dimensionering och det är också välkänt att det sällan är realistiskt att dimensionera så att risken reduceras fullständigt. En viss risk, d.v.s. möjlighet att skyddsmål exponeras för brand eller brandgas och då skadas eller omkommer till följd av brand, är oundvikligt.

Osäkerheter finns både i beräkningar som avser exponering samt effekt och även i samband med riskkällan, t.ex. vilka olika möjliga scenarier som kan tänkas uppkomma till följd av att skyddsåtgärden ej fungerar eller att branden kan starta på olika ställen. Vid en probabilistisk analys kan metoder användas för att kvantifiera och analysera effekten av dessa osäkerheter. Exempel på sådana metoder är felträdsanalys, händelseträdsanalys, statistisk analys etc. Omfattningen av en händelseträdsbaserad analys redovisas i Figur 20.



Figur 20 Omfattning av händelseträdsbaserad analys

Kriterier som kan användas för att beakta osäkerheter är t.ex. riskbaserade kriterier där hänsyn tas till både sannolikhet och konsekvens för olika scenarier, eller felsannolikhet när en specifik funktion studeras. Exempel på sådana kriterier kan vara att vid ett fullständigt brandförlopp får sannolikheten för att konstruktionen skall bibehålla sin bärförmåga inte understiga en viss procentsats. Osäkerhet som då måste beaktas och analyseras är hur brandens intensitet och utsräckning kan variera i det aktuella rummet. Det styrs bland annat av mängden brännbart material som finns där.

8.3.3 Finns det alternativ till beräkning?

Den främsta nyttan av att använda kvantitativa metoder är att problemet struktureras på ett systematiskt sätt. Beräkning med hjälp av ekvationer är inte alltid nödvändigt för att bedöma konsekvensen i ett scenario, när väl problemet är strukturerat så att det är beräkningsbart. Ett logiskt kvalitativt resonemang där motiv och argument för den valda lösningen redovisas kan ibland vara tillräckligt. Det krävs självfallet att de logiska resonemang som används är väl förankrade och dokumenterade, t.ex. genom tidigare experimentella studier eller utredningar. När logiskt resonemang används måste detta underbyggas och osäkerheten får inte vara så stor att den äventyrar resultatet av verifieringen, d.v.s. om en lösning bedöms vara acceptabel eller ej. Har projektören god kunskap om styrande faktorers väsentliga samband i det aktuella fallet, samt att osäkerheterna är under kontroll, är beräkning överflödigt. Ett exempel på bedömning som är självklar och inte behöver föranleda beräkningar är att risken för brandspridning blir mindre om betong används som väggmaterial i stället för obehandlat trä. I regel kan sådana bedömningar endast göras för okomplicerade fall. Sådana bedömningar är inte lämpliga när osäkerheter behöver hanteras enligt kategori 2 eller 3, se avsnitt 2.2. Bedömning kan heller inte ersätta beräkning i de fall då det saknas beräkningsmodeller eller logiska re-

sonemang. I de fall där beräkningsmetoder saknas och bedömning av hur material eller konstruktion beter sig vid brand är provning möjligt att använda för att verifiera. I dagsläget används provning i liten utsträckning i samband med funktionsbaserad dimensionering. Det verkar dock som om provning är det alternativ som är användbart för att visa om praxis lösningar är acceptabla eller ej. Det har tillämpats för att visa att komplicerade ventilationssystem i ett atrium fungerar med hjälp av ett sk. ”hot smoke test”, där funktionen provas genom fullskaleförsök. Ett annat exempel där provning använts för att verifiera nya lösningar är Kista Tower. Där undersöktes brandspridningsrisken via glasfasader genom fullskaleförsök (Delin, 2000).

Att enbart hänvisa till vedertagen praxis, eller ”så här har vi alltid gjort”, är inte acceptabelt, eftersom det då saknas motiv och underlag till vald lösning och kontroll av projekteringen är omöjlig.

8.3.4 Vad förbises i en kvantitativ analys?

Trots att mer komplexa verifieringsmetoder introduceras, jämfört med enkel scenarioanalys, finns omständigheter som inte beaktas eller inkluderas i en kvantitativ riskanalys. Det innebär att vissa aspekter som påverkar det byggnadstekniska brandskyddet inte beaktas i analysen.

De effekter som faller utanför analysen måste identifieras och hanteras med andra metoder. Vad som inte beaktas i analysen beror i hög utsträckning av val av beräkningsmetod för den aktuella situationen. Vissa egenskaper kan inte analysers mer än till viss del, vilket påverkas både av möjlighet att upptäcka effekten på egenskapen i en kvantitativ analys samt val av metodens komplexitet. Sprinklers påverkan på brandgasspridning är t.ex. svår att modellera och med en scenarioanalys är det inte möjligt att upptäcka hur tillförlitlighet hos olika skyddsåtgärder påverkas och konsekvensen av detta. Det kan däremot göras i en händelseträdsanalys. För många egenskaper är det också svårt att utarbeta kvantitativa acceptanskriterium. Det kan leda till att en lösning begränsas av att verifiering av egenskaper måste göras med utgångspunkt från nivå 1 eller 2 i avsnitt 7.4 för att information, kunskap, metod eller kriterium för nivå 3 saknas.

Trots otillräckliga metoder skapar en kvalitativ genomgång av funktion och egenskaper en mental bild av brandskyddets funktion och egenskaper hos projektören. Det är ett viktigt underlag för att identifiera problem och lösa dessa. Det krävs dock både kvalitativa krav och andra metoder att hantera dessa problem och osäkerheter, så att inte viktiga aspekter förbises eftersom de inte kan analyseras med beräkning.

Den del av brandrisken i byggnader som kan analyseras med hjälp av beräkningar är främst exponering, d.v.s. spridning av brand och brandgas, samt effektmodellering, d.v.s. hur de olika skyddsmålen påverkas av brand och brandgas. Det ger en möjlighet att kvantitativt jämföra den skyddseffekt som de olika brandskyddsåtgärderna har, när det definieras vilket syfte en skyddsåtgärd har. Ett alternativ vid en jämförelse av systemens funktion är att utföra provning.

9 Dokumentation och kontroll

9.1 Dokumentation av verifiering

Vid dimensionering av byggnadstekniskt brandskydd skall en brandskyddsdokumentation upprättas enligt avsnitt 5:12 i BBR. Dokumentation i samband med verifiering av en brandskyddsstrategi, där analytisk dimensionering tillämpas, utgör en viktig del av brandskyddsdokumentationen. Behovet av både verifiering och dokumentation ökar när förenklad dimensionering frångås. Exempel på checklista för att bedöma vad som bör ingå i en brandskyddsdokumentation för ett specifikt fall presenteras i Appendix B.

Det skall utifrån dokumentationen vara möjligt att kontrollera hur verifieringen har gått till och huruvida byggnaden uppfyller de krav som ställs på det byggnadstekniska brandskyddet.

Rekommendationerna i Appendix B baseras på en sammanställning av nationella och internationella handböcker. Tyvärr saknas riktlinjer för vad som skall dokumenteras i samband med strukturering av verifieringsproblemet. Det är en process som hittills blivit förbisedd, eftersom ett strukturerat tillvägagångssätt saknas. Det gör det svårt att utan omfattande analys avgöra om verifieringen är korrekt. Rekommendationerna i Appendix B bör kompletteras med en beskrivning av en genomgång av hur effekten av förändringen av brandskyddet blir, d.v.s. dokumentation av verifieringsbehovet och hur detta identifierats.

Huvuddelen av dokumentationen handlar inte om avancerade utredningar och beräkningar, utan bör ha sin tyngdpunkt på vilka problem som uppmärksammats vid det tekniska bytet och hur de har hanterats. Endast en begränsad del av detta görs med beräkningar. Att beskriva brandskyddsstrategin och funktionen hos de system som tillkommer vid förändring av brandskyddet är t.ex. nödvändigt för att någon annan skall kunna sätta sig in i hur systemet är tänkt att fungera och bedöma om det är tillräckligt eller inte. Den informationen är nödvändig om ändring av byggnaden blir aktuell i ett senare skede.

När analytisk dimensionering används måste projektören möjliggöra att förutsättningar och antagande som görs vid dimensioneringen verkligen efterlevs. Annars finns risk att dimensioneringen är gjord utifrån andra förutsättningar än de som kommer att råda i byggnaden. En fortlöpande kontroll av att förutsättningarna inte förändras under projekteringstiden är väsentlig. Om det t.ex. i en brandteknisk dimensionering antas att sprinkler har ett visst RTI värde påverkar det tid till begränsning och släckning av branden, detektionstid m.m. Om en verifiering baseras på en eller flera scenarioanalyser där ett visst RTI värde används är det naturligtvis så att verifieringen endast är relevant under förutsättning att de sprinkler som installeras har samma eller bättre detektionstid som modellerats. Det handlar om ett enkelt antagande i en beräkning, men det är viktigt att information når sprinklerprojektören och sprinklerinstallatören. Ett sådant misstag skedde t.ex. vid Fisketorvet i Danmark. Där installerades sprinkler med andra RTI värden än vad brandskyddsprojektören hade räknat med och grundat sin verifiering på (Lundquist, 1999).

Omfattningen av dokumentationen varierar naturligtvis med hur omfattande och komplicerad projektet är, med det är viktigt att verifieringsbehovet dokumenteras för att kontroll skall vara möjlig. I kapitel 10 presenteras ett exempel på en kvalitativ metod som kan användas för detta ändamål. Ett underlag som enkelt kan inkluderas i brandskyddsdokumentationen skapas.

Efter att verifieringen dokumenterats skall det framgå vad konsekvensen för byggnadens totala brandskydd blir till följd av att förenklad dimensionering inte används i full utsträckning. Det är nödvändigt att dokumentera hur brandskyddsstrategin är uppbyggd och hur det är tänkt skyddet skall fungera. Det räcker inte med bara lista vilka brandtekniska installationer som är resultatet av projekteringen. En viktig del av denna dokumentation är analysen av verifieringsbehovet. Vid ändring och brandsyn är den informationen högst väsentlig, men även för att kommunicera brandskyddsstrategin till andra projektörer och utförare.

Något som är en viktig del av verifieringen och därmed även dokumentationen är vilka förutsättningar som krävs för att skyddet skall överleva när byggnaden tas i bruk. Detta är något som måste studeras redan i projekteringsskedet och löses inte genom att ”saker lagas när de går sönder”. Detta är speciellt viktigt när erfarenheten talar emot system som visar sig vara väsentliga för skyddet.

I brandskyddsdokumentationen bör det framgå vilken kontroll som skett och vilka som är ansvariga kontrollanter. Hur kontrollen utförs och dokumenteras är en viktig del av konsultföretagens kvalitetsarbete. I de brandskyddsdokumentationer som granskats finns exempel på bristfällig redovisning av kontrollanten: ”Handlingen är granskad och godkänd av brandsakkunnig”, utan att uppge vem denna är. Det finns också bra exempel där namnunderskrift av projektör och två kontrollanter framgår.

9.2 Kontroll av verifiering

Syftet med kontroll i samband med projektering är att förvissa sig om att den har blivit rätt utförd. Det finns många anledningar till att fel kan uppstå i samband med dimensionering och därför är kontroll nödvändigt. Eftersom projektören i samband med verifiering skapar ett slags kvitto på om lösningen är acceptabel eller ej, finns särskild anledning till att vara noggrann när det gäller kontroll av själva verifieringen.

Avsikten är inte att kontrollera lösningen i detalj, d.v.s. att re-verifiera lösningen, utan i stället att granska projektörens tillvägagångssätt och arbete. Finns misstanke om att delar inte stämmer eller att felaktiga modeller använts, kan självklart anledning finnas att räkna om vissa delar.

Vid förenklad dimensionering är av förklarliga skäl kraven på kontroll av dimensioneringen små. Det som kan kontrolleras är att kraven och de allmänna råden följs, samt att förutsättningarna inte har ändrats. För analytisk dimensionering är behovet däremot mer omfattande.

Det finns viss styrning när det gäller kontroll i lagstiftningen. I BBR avsnitt 5:14 föreskrivs att för byggnader där personrisken är stor får utrymningsdimensionering genom beräkning endast användas om dimensioneringskontroll utförs, se kapitel 5. Denna kon-

troll är tänkt att vara en del av projektörens och byggherrens egenkontroll, men indikerar att det inte är tillräckligt med att projektören kontrollerar sig själv.

Byggherrens egenkontroll är det huvudsakliga kontrollinstrumentet som kan användas för att upptäcka brister i verifieringen. Det är byggherrens ansvar att byggnaden uppfyller erforderlig brandsäkerhetsnivå och därför är det naturligt att utgå från att byggherren är mån om att uppfylla sitt ansvar. Om felaktigheter uppstår under projektering, som leder till ett bristfälligt brandskydd finns andra kontrollapparater som kan uppmärksamma detta vid ett senare skede, t.ex. slutbesiktning och brandsyn. Om fel uppdagas i ett sent skede är det ofta mycket kostsamt att rätta till. Speciellt att brandskydd ofta är kopplat till både utformning och användning av byggnaden. Om byggnaden inte uppfyller samhällets krav kan nyttjandeförbud utfärdas.

I kontrollplanen skall det anges hur byggherren har tänkt att kontrollera projektering och byggnation. När kontrollen skall ske och vem som skall utföra kontrollen skall också anges. Att brandskyddet är en viktigt att kontrollera och därmed skall behandlas i kontrollplanen förefaller naturligt, men fungerar ofta otillfredsställande. Kontrollplanen är ofta bristfällig när det gäller brandskyddsfrågor (Klippberg, 1999). Att enbart kontrollera om brandskyddsdokumentationen har blivit gjord i de fall analytisk dimensionering används är inte tillräckligt. I kontrollplanen bör skrivas in att brandskyddsdokumentationen framförallt skall vara färdigställd men även kontrollerad eller granskad. Det är dessutom viktigt med kontroll av innehållet i själva dokumentationen, så att redovisning av att byggnaden uppfyller kraven i lagstiftningen sker, d.v.s. att verifiering verkligen har utförts.

I samband med projektering kan två olika behov av kontroll för att upptäcka fel särskiljas. Det ena är det kontinuerliga utbyte av idéer som krävs under projekteringens gång för att komma fram till bra och lämpliga lösningar. Det andra är någon form av fristående kontroll, som kan upptäcka upp stora fel eller t.ex. aspekter som helt har missats, genom en kritisk granskning.

Det är sällan som en konsult helt själv projekterar en större byggnad. Tips och råd under tiden är nödvändigt och en annan orsak till att flera personer är involverade i projektet är arbetsbelastningen. Fördelen med att vara flera är att felaktigheter ofta uppmärksammas i ett tidigt skede och kan rättas till innan det blir kostsamma konsekvenser av fel. Nackdelen är att den konsult som engageras i arbetet under projekteringen oundvikligen blir partisk, eftersom denne på sitt sätt är med om att ta fram och acceptera lösningarna. Denna person är av förklarliga skäl inte lämplig att engagera som en fristående kontrollant av dimensioneringen i slutfasen. Det är också viktigt att den fristående kontrollanten inte engageras i projektet i för hög utsträckning om kritik riktas mot dimensioneringen. Det är inte den fristående kontrollanten som skall föreslå nya lösningar, utan framför allt upplysa projektören om var det brister. Projektören skall sedan komplettera och förbättra så att kraven uppfylls. Vid diskussion om nya lösningar bör kontrollanten inte aktivt deltaga.

I samband med analytisk dimensionering är båda dessa typer av kontroll nödvändig, men det är inte lämpligt att de utförs av en och samma person. Kartläggning av verifieringsbehovet bör vara underlag vid bedömning av behovet av verifiering. Om det framgår att verifieringsbehovet är omfattande och komplicerat bör också kontrollbeho-

vet vara stort. Byggherrens egenkontroll kan delas in i olika nivåer där omfattningen av kontrollen ökar.

1. Utföraren kontrollerar sig själv.

2. Någon annan konsult med minst samma kompetens utför kontrollen. Denna kan arbeta på samma företag.

3. Tredjepartskontroll - en fristående kontrollant. Kontrollanten bör arbeta på annat företag för att vara en oberoende person och skall inte tidigare varit delaktig i projektet.

Ett stort ansvar ligger hos tredjepartskontrollanten eftersom det är svårt att vara helt oberoende. Dels betalas i regel kontrollantens lön av den som kontrolleras och dels kan rädsla för att förlora framtida uppdrag påverka bedömning. En sådan utveckling måste stävjas och kräver både en god etik och moral samt mognad inom branschen.

I byggprocessen finns ett kontrollinstrument som enligt PBL kallas sakkunnig kontrollant. Den kontrollen kan liknas vid byggherrens egenkontroll av nivå 3. Skillnaden är att det är byggnadsnämnden som initierar kontrollen. Denna kontroll används när byggnadsnämnden bedömer att kontrollbehovet är stort. Det kan bero på att det är ett komplicerat objekt där nya tekniska lösningar är aktuellt eller att byggnadsnämnden misstror byggherrens egenkontroll.

Vid bedömning av kontrollbehovet är inte enbart det underlag som analys av verifieringsbehovet utgör tillräckligt för att bedöma nivån på kontrollen. Eftersom projektören som dimensionerar bör göra en denna analys kan det inte uteslutas att fel kan uppkomma. En otillräcklig analys kan leda till felaktig bedömning av kontrollbehov, något som i sin tur kan medföra att fel i dimensioneringen inte upptäcks. Därför föreslås att verifieringsbehovet är ett underlag, men att en första grov indelning görs med hjälp av en checklista i form av frågor och indikatorer. I Tabell 1 föreslås indikatorer som kan användas för att identifiera vilken nivå som är lämplig för olika typer av tekniska byten och som kan användas av personer som är direkt insatta i dimensioneringen.

Kontrollbehov bestäms genom en uppdelning beroende på vilket tillvägagångssättet som används vid dimensionering. För de olika tillvägagångssätten anges en rekommenderad kontrollnivå. Efter att tillvägagångssättet vid dimensionering identifierats görs en genomgång av de indikatorer som är relevanta i det aktuella fallet. Det högsta kontrollbehov som erhålls skall väljas.

För tekniska byten som endast påverkar en begränsad del av byggnaden behöver inte hela byggnaden omfattas av samma noggranna kontroll. Om omfattning av det tekniska bytet identifieras kan kontrollnivån begränsas till den berörda delan av byggnaden. För resterande del av byggnaden kan därmed en annan kontrollnivå vara aktuell.

Tabell 1 Kontrollnivå beroende på tillvägagångssätt vid dimensionering och indikatorer.

Faktorer / indikatorer	**Tillvägagångssätt vid dimensionering**		
	Förenklad dimensionering	Analytisk dimensionering	
		Andra lösningar och metoder för att uppfylla krav	*Alternativ utformning enligt 5:11 BBR*
”Utgångspunkt”	1	2	3 [b)]
Flera och/eller beroende skyddsåtgärder påverkas[I]	2	3 [b)]	3 [b)]
Komplicerat objekt med nya lösningar[II]	- [a)]	3 [b)]	3
Okomplicerat objekt, påverkar få personer och traditionella lösningar används, t.ex. BR3, BR2[III]	1	2	2
Om det finns flera syften med något av de krav eller råd som frångås[IV]	1	3 [b)]	3 [b)]
Om särskild utredning eller dimensionerings-kontroll krävs i BBR[V]	- [a)]	3 [b)]	3 [b)]
Maxkonsekvensen blir större efter förändring[VI]	2	3 [b)]	3 [b)]
Hänvisning till vedertagen praxis vid verifiering[VII]	- [a)]	3	3

a) ej aktuellt eller kan ej tillämpas, fel dimensioneringsmetod har valts

b) nivån kan sänkas ett steg om företaget som projekterar har ett dokumenterat och väl fungerande kvalitetssäkringssystem

I. När flera skyddsåtgärder påverkas ökar risken att ”dolda-effekter” på egenskapskrav ej uppmärksammas. Risken är också stor att projektören inte överblickar hela den effekt som förändringen av brandskyddet resulterar i. Ett tekniskt byte där flera skyddsåtgärder ersätts med ett eller ett fåtal tillägg kan leda till ”common cause failure”.

II. Med komplicerade objekt avses objekt som är stora, svåra att överblicka, brandskyddet består av flera tekniska system där funktion, syfte och beroende mellan skyddsåtgärder inte är tydliga. Om dessutom nya lösningar tillämpas är erfarenheten liten och det finns större risk att fel uppstår. Det är också möjligt att traditionella lösningar inte kan tillämpas.

III. Om det är måttlig risk för personskada i byggnaden och byggnaden okomplicerad kan krav på kontroll sänkas för alternativ utformning.

IV. Om flera syften finns ställs högre krav på kontroll, eftersom det av samma anledning som i punkt 1 finns möjlighet att vissa skyddsmål eller egenskapskrav ej uppmärksammas.

V. Vid krav på särskild utredning är det viktigt att en sådan verkligen blir utförd. Det är inte tillräckligt att hänvisa till handböcker, praxis eller tidigare regler. Verifiering måste göras.

VI. Om konsekvensen när skyddsåtgärden inte fungerar, blir större efter ett tekniskt byte finns anledning att kontrollera att verifiering är korrekt utförd. Samhället har en stor riskaversion.

VII. Vid användning av vedertagen praxis finns stor risk att tillvägagångssättet vid förenklad dimensionering tillämpas vid analytisk dimensionering. Det medför ofta att verifiering, kontroll och dokumentation blir otillräcklig.

Efter att behovet av verifiering analyserats kan revidering komma att bli aktuellt. Det kan också föranleda att förutsättningarna ändras under projekteringen. Verifierings- och kontrollbehovet hänger i hög grad ihop, d.v.s. om omfattande verifiering krävs, bör även kontrollen vara omfattande eftersom möjligheten att fel uppstår är stor.

Med *dokumenterat och väl fungerande kvalitetssäkringssystem* menas kvalitetssäkringssystemet hos ett företag som är certifierat enligt en kvalitétsstandard, t.ex. ISO 9001. Det kan även omfatta kvalitetssäkringssystemet hos ett företag som kan säkerställa kvalitén genom att:

- Aktivt arbeta med kvalitétsfrågorna vid projektering.
- Ha tillräckligt många projektörer anställda för att kontrollanten inte skall vara engagerad i projektet vid utformningen av brandskyddet.
- Projektörernas kompetensnivå kan styrkas t.ex. genom certifiering.

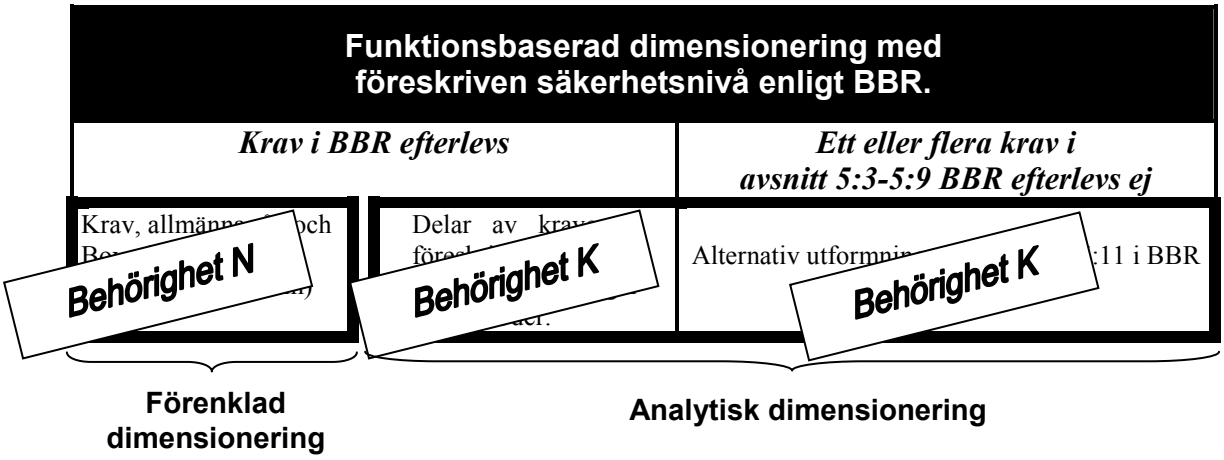
9.3 Kompetensbehov vid projektering och kontroll

Ett sätt att koppla krav på kompetens till kontrollnivå är att utgå från Boverkets föreskrifter och allmänna råd om certifiering av fristående sakkunniga kontrollanter inom brandområdet (Boverket, 1996). I Tabell 2 presenteras ett förslag till kompetenskrav, som baseras på råden om certifiering.

Tabell 2 Kompetenskrav för olika kontrollnivåer.

Kontrollnivå	Behörighet (Boverket, 1996)
1	N
2	K
3	K

Olika behörighet bör även krävas för olika typer av tillvägagångssätt vid projektering. I Figur 21 lämnas förslag på hur det kan se ut.



Figur 21 Kompetenskrav för projektering och kontroll.

Förslaget ovan skiljer sig från Boverkets föreskrift (Boverket, 1996) genom att behörighet K gäller för samtliga *andra lösningar och metoder*. I Boverkets förslag kan vissa vedertagna lösningar som finns angivna i handböcker kontrolleras av kontrollant med behörighet N. Anledningen till en skärpning till behörighet K i förslaget i rapporten motiveras med att:

- Det kan vara komplicerat att avgöra om vedertagen lösning är relevant i det aktuella fallet.
- Det finns lösningar i handböcker där beräkningar förekommer i varierande omfattning.
- I handböcker verifieras i regel lösningarna med avancerade beräkningsmetoder, vilket kräver kunskap om metodernas begränsningar.

Vilken kompetens som krävs för de olika behörighetsnivåerna presenteras i Boverkets föreskrifter (1996).

10 Verifiering av en byggnads brandskydd

Konsekvensen av den förändring av brandskyddet som sker vid ett tekniskt byte bedöms vara det som avgör *vad* som skall verifieras. Den kan inte kartläggas utan att ta hänsyn till:

- Den specifika byggnaden och dess förutsättningar som påverkar krav på brandskydd, t.ex. verksamhet, räddningstjänstens insatstid m.m.
- Projektörens strategi, angreppssätt och ambitionsnivå när det gäller hantering av osäkerheter.

Först efter att verifieringsbehovet analyserats enligt kapitel 7 finns nödvändigt underlag för att strukturera verifieringsbehovet på ett systematiskt sätt. Därefter kan *hur,* d.v.s. med vilka metoder, verifieringen skall utföras bestämma genom att följande frågor besvaras:

- Hur kan påverkan på brandskyddet mätas? Med vilken eller vilka storheter?
- Vad finns det för acceptanskriterium?
- Vilka metoder kan vid verifiering användas för att kartlägga effekten på säkerheten?
- Finns kvalitativa aspekter som påverkar säkerheten som inte beaktas?
- Vilka osäkerheter påverkar beräkningsresultatet och är nödvändiga att beakta?
- Vilka osäkerheter påverkar säkerheten och är nödvändiga att beakta?
- Vad kan göra att brandskyddsstrategin inte kommer att fungera under byggnadens livslängd och hur kan det förhindras?

Idag saknas systematiskt tillvägagångssätt för att skapa det underlag som krävs, samt metoder och verktyg för att bestämma konsekvensen av den förändring av brandskyddet som sker vid ett tekniskt byte. En direkt följd av detta är att kvalitén i flera fall som studerats har visat sig vara dålig.

Med utgångspunkt från kapitel 7 föreslås en förenklad modell för att angripa verifieringsproblemet vid projektering med syfte att bestämma omfattningen av verifieringen. Det bör påpekas att den provats för praktiska ändamål i begränsad utsträckning och att det finns goda möjligheter att utveckla den vidare. För att analysera effekten på brandskyddet och brandsäkerheten används de matrismodeller som presenteras i kapitel 7. Syftet är att identifiera väsentlig påverkan på säkerheten genom en analys som utgår från följande frågeställningar:

- Hur påverkas brandskyddssystemets funktionella uppbyggnad?
- Beaktas hela syftet med det krav eller råd som frångås?
- Hur påverkas brandskyddets egenskaper av förändringen?
- Vilka osäkerheter är väsentliga att beakta?
- Hur skall dessa hanteras?

Det görs genom att följande två frågor besvaras:

- Hur påverkas byggnadens brandskydd till följd av ett tekniskt byte och vilken effekt har det på brandsäkerheten?
- Vad behöver verifieras för att förvissa sig om att säkerheten är tillräcklig efter ett tekniskt byte?
- På vilket sätt skall detta ske?

10.1 Strukturering av verifieringsbehovet

1. Identifiera och beskriv vilka förändringar av brandskyddet som sker till följd av att förenklad dimensionering inte används för att utforma hela brandskyddet. Avsikten är att svara på frågorna: Vilka skyddsåtgärder tas bort och läggs till? Vad får det för effekt?

För att kartlägga omfattningen av påverkan på brandskyddet och effekterna av detta analyseras påverkan på den funktionell uppbyggnaden av byggnadens brandskydd. I samband med denna analys bör det tekniska bytets omfattning för byggnaden klargöras. Berörs hela eller delar av byggnaden av den funktionella förändringen? Till hjälp för denna analys används den matris som beskrivs i avsnitt 7.1.1.

Med utgångspunkt från resultatet av matrisen vad som behöver verifieras bestämmas för att visa att det totala brandskyddets inte försämrats. Om skydd mot brandgasspridning tagits bort, förhindrar då den nya skyddet samma spridningsvägar? Om ett skyddssystem som skyddar mot exponering bytts ut mot direkt skydd av skyddsmål, skyddas då alla relevanta skyddsmål som hotas av brand- och brandgaser? I Appendix A redovisas ett exempel på hur en sådan analys kan se ut.

2. Klargöra vilka egenskapskrav som berörs av förändringen av brandskyddet.

Vid förändring av brandskyddet, d.v.s. vid tekniska byten, är det viktigt att alla egenskapskrav som berörs av reduceringen av skyddet kompenseras av tilläggen. Ofta ligger fokus på personsäkerhet och verifiering sker endast mot detta krav, eftersom BBR fokuserar på detta. Detta är inte tillräckligt, utan projektören måste förvissa sig om att de övriga egenskapskraven uppfylls lika väl som om förenklad dimensionering hade använts. En förbättrad effekt för ett egenskapskrav kan inte användas för att tillåta försämring av ett annat egenskapskrav. Till hjälp finns den matris som presenteras i avsnitt 7.2.1. Exempel på hur denna kan tillämpas presenteras i Appendix A.

3. Analysera vilken effekt påverkan på brandskyddets uppbyggnad har på egenskaper hos systemet brandskydd.

Om brandskyddets egenskaper försämras till följd av ett tekniskt byte, är det viktigt att detta uppmärksammas av projektören. Följande frågor kan vara relevanta: Är försämringen acceptabel eller inte? Går det att komplettera brandskyddet för att kompensera påverkan på egenskapen? Är effekten sådan att dess påverkan på säkerheten kan vägas upp genom annan åtgärd, d.v.s. förbättring av andra egenskaper?

I situationer där effekten av påverkan på egenskapen inte kan analyseras och bedömas bör försiktighetsprincipen tillämpas om egenskapen är betydande för byggnadens totala brandskydd. Det innebär att om det inte går att verifiera att brandsäkerheten är tillräcklig, skall inte lösningen godtas eftersom kraven i BBR då inte uppfylls.

10.2 Checklista för egenskaper

Brandskyddet har flera egenskaper som påverkar säkerheten. När förändringen av brandskyddet blir stor är det viktigt att analysera effekten på fler egenskaper än själva funktionen. Det finns begränsat med metoder för detta ändamål. Ofta går det ändå att konstatera vad som krävs för att ge ett lika bra eller bättre skydd, med avseende på olika egenskaper, än vad förenklad dimensionering medför. Det inkluderar speciellt kvalitativa krav. Ett sätt är att använda matrisen som presenteras i avsnitt 7.3 i kombination med en variant av checklista baserat på frågor. Exempel på tillämpning redovisas i Appendix A.

Flera av egenskaperna är kopplade till varandra och en del av frågorna kan sorteras in under flera av egenskaperna. I följande avsnitt finns exempel på resonemang och frågor som kan ställas för att analysera effekten på olika egenskaper och vara till hjälp vid bedömning om egenskaperna har påverkats av förändringen av brandskyddet. Frågorna är inte heltäckande utan syftar till att vägleda projektören i hur strukturering av problemet kan angripas.

10.2.1 Funktion

Vid ändring av brandskyddet finns mycket som måste beaktas. Påverkas föreskriven säkerhetsnivå samband med projektering genom att personrisken ökar? Förändras förutsättningarna att utrymma för personerna som vistas i byggnaden, dess lokalkännedom eller förmåga att förflyttas sig själva? Utvidgas verksamheten? Ökar risken för personskada? Ett tekniskt byte kan föranleda både ett förändrat behov av funktion av brandskyddssystemet och även en högre kapacitet eller effekt hos de enskilda skyddsåtgärderna.

Detta handlar framför allt om huruida systemen har utförts med rätt kvalitet, d.v.s. enligt de specifikationer som angivits, så att rätt nivå på skyddet erhålls. Funktionen hos systemet kan verifieras praktiskt. Vad hotar funktionen? Erfarenhet bör användas för att skapa lista för de olika systemen. Provning är ett bra sätt att verifiera funktionen hos komplicerade system.

För att avgöra konsekvensen av förändring av brandskyddet krävs att en form av översiktlig screeninganalys görs. Vad utgör hotet, vilka hotas och hur kan de skyddas? Hur påverkas dessa faktorer av förändringen av skyddet? Tillkommer nya eller elimineras tidigare riskkällor? Vilka spridningsvägar finns för brand och brandgas samt hur kan skyddet säkerställas? Hur påverkas brandförloppet, t.ex. av nya material, större lokaler etc. Det finns en hel rad av frågor som kan användas för att skapa en bild av vilka konsekvenser förändringen får.

10.2.2 Mänskligt agerande

Hur påverkas graden av mänskligt agerande för att skyddet skall fungera? Vid nybyggnation är det enklare att följa byggreglernas intentioner att det byggnadstekniska brandskyddet inte skall vara mer beroende av mänskligt agerande än vad det är vid ändring.

Vid ändring är det vanligt att organisatoriska åtgärder blir en nödvändig kompromiss. Hur skall i så fall utbildning ske? Vad händer under semestertid och vid sjukdom? Utbildning av vikarier och extrahjälp? Det behöver klargöras vilka nya lösningar som krävs för att upprätthålla skyddets funktion och vems ansvar detta är? I traditionell lösningar finns ofta en fungerande ansvars och kontrollapparat som projektören inte behöver reflektera över.

10.2.3 Brandskyddssystemets komplexitet

Brandskyddet betraktas som ett system som byggs upp av skyddsåtgärder. Dessa åtgärder kan vara beroende eller oberoende av varandra. Det kan också utgöra skydd för ett eller flera skyddsmål. Beroende på systemets uppbyggnad och vad förändringen av systemet innebär kommer påverkan på systemet bli mer eller mindre komplicerad.

Behov av utförandekontroll kan öka om nytt system introduceras där erfarenhet och rutin saknas. Det gäller t.ex. komplicerade ventilationsanläggningar och i den typ av objekt som byggs i relativ liten omfattning.

Komplexitet kan också utgöra behov av koordinering av åtgärder, d.v.s. ta hänsyn till effekten av växelverkan mellan olika system (t.ex. sprinkler och brandgasventilation, brandgasventilation och utrymning samt utrymning och insatsvägar).

Det är väsentligt att vikten av kopplingen till det hot som omgivande lokaler utgör och dess skyddsbehov och inverkan på brandskyddssystemet, t.ex. utrymningsvägar, framgår.

10.2.4 Brandskyddsstrategins komplexitet

Ett tekniskt byte kan innebära att fördelningen av skyddsåtgärder förändras mellan de olika skyddstyperna som tillsammans utgör brandskyddet. Det kan innebära att det ursprungliga skyddet hade flera syften och därmed påverkar flera skyddskedjor.

Påverkas graden av integration av brandskyddet? Det kan föranleda att ”common cause failure” måste beaktas, se avsnitt 7.3.3. Är det många skyddsåtgärders som reduceras och ersätts med ett eller ett fåtal system? Är många skyddsåtgärder beroende ett enda system? Kan tillförlitligheten ökas på detta system eller kan redundans byggas in? I kärnkraftsammanhang är det krav på att åtminstone två oberoende skyddsbarriärer skall finnas, d.v.s. om en skyddsåtgärd går sönder skall inte någon allvarlig skada uppstå.

Kommer kontroll av skyddets funktion att försvåras av en ökad komplexitet? I ett redan komplicerat brandskydd kan effekten av förändring bli allvarligare och få större konsekvenser än normalt.

Är det skyddsåtgärden som påverkas en integrerad del av det totala brandskyddet eller har det flera syften att uppfylla? Kompenseras detta av det tekniska bytet?

10.2.5 Flexibilitet

Hur påverkas brandskyddets flexibilitet? Förändras brandskyddet från att vara generellt och inte direkt beroende av den initierande källan, eller från att vara ett punktskydd? Sprinkler har t.ex. fördelen att vara ett mycket flexibelt skydd, eftersom det ofta är heltäckande i byggnaden.

10.2.6 Känslighet

För att bedöma om osäkerheten i en variabel är väsentlig för resultatet bör som ett första steg en känslighetsanalys utföras där effekten på resultatet konstateras. Därefter får en bedömning göras om det är relevant att gå vidare. Kan t.ex. osäkerhet ha sådan betydelse att vilket beslut som fattas till följd av beräkningen påverkas? Osäkerheten måste hanteras på något av de sätt som beskrivs i avsnitt 7.4. Kunskap om vilka osäkerheter som råder är en viktig del av projektörens uppgift att behärska för att kunna utföra en bra verifiering.

Vad blir effekten om de antagande som gjort i samband med analysen inte stämmer eller om förutsättningarna förändras? Hur kan projektören försäkra sig om att skyddsåtgärder som har avgörande betydelse för att brandskyddet skall fungera? Kontinuerlig uppföljning under projekteringen är nödvändig och att andra inblandade i både projektering och drift och underhållsskedet tar del av informationen.

10.2.7 Tillförlitlighet

Vilka förutsättningar måste skapas för att systemet skall upprätthålla funktion under hela byggnadens livslängd? Är krav på kontinuerlig kontroll och service nödvändigt? Skiljer tillförlitligheten mellan de system som tas bort och läggs till vid ett tekniskt byte?

En viktig aspekt är vad som händer om en skyddsåtgärd inte fungerar. Detta måste beaktas när säkerheten bedöms, t.ex. genom en händelseträdsbaserad analys. Att förbise detta är mycket allvarligt, men tyvärr vanligt förekommande. Det leder till att ett beslut baseras på mycket liten kännedom om risken. Hur påverkas till exempel sannolikheten för att katastrof skall inträffa? I samhället finns en betydande riskaversion vilket innebär att få stora olyckor uppfattas som betydligt allvarligare än fler små olyckor, trots att konsekvensen på årsbasis är lika.

10.2.8 Sårbarhet

När ett systems skyddsfunktion med avseende på brandrisk analyseras är det lika viktigt att fundera på vad som kan gå fel, d.v.s. leda till att skyddsåtgärden inte kan prestera det som avses. Vilka åtgärder kan vidtas för att förhindra eller minska sannolikheten för felfunktion? Vad som är tillräckligt mycket är i hög utsträckning upp till projektören att bedöma, med utgångs punkt från vad som är skäligt. Det är svårt att utläsa hur sårbart ett system får vara i BBR. Det gäller det flesta egenskaper, med undantag från funktionen i vissa undantag.

Vad utsätts systemet brandskydd för under dess livstid? Vilka hot finns och hur skall brandskyddets överlevnad tryggas? Är vissa system olämpliga för den aktuella verksamheten? Krävs extra kontroll av väsentliga system? Vad blir t.ex. effekten av olika vindriktningar när det gäller brandgasventilation? Hur står sig skyddet om strömavbrott sker i samband med brand? Det är inte omöjligt att räddningstjänsten medvetet bryter strömmen vid insatsen.

10.3 Hantering av osäkerheter

Vad som är relevant att betrakta i en osäkerhetsanalys beror på vilken typ av osäkerheter som är aktuella, d.v.s. vilken påverkan på resultatet dom har och huruvida dom beaktas i den analys som används vid verifieringen. Det varierar från fall till fall och påverkas av

vilken precision projektören väljer att ha i sin analys. Hantering av osäkerheter genomsyrar hela projekteringen och förekommer på olika nivåer. Att hantera osäkerheter i samband med verifiering hänvisas till rekommendationer som ges i avsnitt 7.4. Efter att väsentliga osäkerheter identifierats krävs att dessa beaktas i en osäkerhetsanalys. Det finns omfattande arbete utfört där metoder och angreppssätt utreds ytterligare för hur hantering av osäkerheter i samband med analytisk dimensionering kan utföras (Frantzich, 1998; Lundin, 1999; Magnusson, 1997).

10.4 Slutsats från analys av verifieringsbehovet

När den kvalitativa analysen av behovet av verifiering är utförd behöver slutsatser dras som leder fram till vad som behöver verifieras. Nedan följer exempel på slutsatser som kan dras och som kartlägger verifieringsbehovet.

1. Om den kvalitativa analysen visar att samma typ av skyddseffekt uppfylls före och efter det tekniska bytet kan verifieringen inriktas på att visa att skyddsnivån är lika hög. Det görs ofta med analys av exponering eller effekt vid brand, utan att en avancerad analys av osäkerheter är nödvändig.

2. Om flera krav i BBR eller egenskapskrav i BVF berörs av förändringen krävs motsvarande verifiering som i punkt 1, vilken visar på att alla krav som påverkas av förändringen av brandskyddet uppfylls.

3. Om en identisk funktion ej uppnås, t.ex. genom att skyddstypen förändras, krävs en mer avancerad analys där risken verifieras. Det krävs en lämplig avgränsning så att alla relevanta skyddstyper och skyddskedjor inkluderas i analysen.

4. Om inga andra egenskaper än funktion påverkas behövs ingen ytterligare verifiering än vad som framgår av punkt 1-3. Påverkas fler egenskaper krävs att projektören antingen kan visa att de inte försämras, eller att deras effekt på säkerheten beaktas upp och inte leder till en sämre brandsäkerhet i byggnaden.

Vid verifiering skall all väsentlig förändring av brandskyddet som har påverkan på säkerheten täcks in. Det kan föranleda att flera analysmetoder behöver användas och att en kombination av kvalitativa och kvantitativa analyser genomförs. Kvalitén på verifieringen när väl behovet är analyserat bygger på att hitta eller välja rätt i samband med följande val:

- metodval
- acceptanskriterium och kravnivå
- hantering av osäkerheter

Det väsentliga är att matcha metodval med acceptanskriterium och hantering av osäkerheter, så att effekterna på säkerheten kan utvärderas. I denna rapport behandlas inte val av verifieringsmetod ytterligare.

11 Diskussion

11.1 Missvisande namn?

Tidigare har analytiskt dimensionering och dimensionering genom beräkning använts synonymt. Omfattning eller komplexitet vid beräkning är inte styrande för om ett projekt klassas som att analytisk dimensionering används. Så fort förenklad dimensionering frångås hamnar tillvägagångssättet vid projektering i kategorin analytisk dimensionering. I många projekt är det endast en mindre del av byggnaden som berörs och beräkningen kan tillsynes verka vara en liten del i sammanhanget. Behovet av verifiering behöver inte innebära att en mängd beräkningar behöver utföras. Det kan vara fullt tillräckligt med ett logiskt resonemang som visar att nödvändiga aspekter beaktats och att säkerheten i byggnaden uppfyller de krav som ställs. Det förutsätter att väl underbyggda argument redovisas och att de kan styrkas med referenser till tidigare utredningar där saken utreds. Resonemanget ovan visar att namnet dimensionering genom beräkning kan vara missvisande, eftersom det ger ett sken av att beräkning används vid verifiering. Därför har analytisk dimensionering genomgående använts för att benämna det alternativa tillvägagångssätt vid dimensionering som används när förenklad dimensionering inte är aktuellt.

11.2 Stor eller liten förändring av brandskyddet

Storleken på den förändring av brandskyddet, som sker till följd av att analytisk dimensionering används i stället för förenklad dimensionering, är utgångspunkten för att bestämma både behov och omfattningen av verifiering, kontroll och dokumentation.

Verifieringsbehovet varierar mycket för olika tekniska byten och påverkas i stor utsträckning av den byggnaden där bytet sker. Det går inte att ge en generell rekommendation eller bestämmelse för hur ett specifikt tekniskt byte skall verifieras. En identifikation av verifieringsbehovet är nödvändig för alla former av tekniska byten som inte uttryckligen är tillåtna i gällande föreskrift.

En tydlig skillnad mellan två olika tillvägagångssätt kan urskiljas vid analytisk dimensionering. Den kan användas som en utgångspunkt för följande nivåindelning:

1. Andra lösningar eller metoder än vad de allmänna råden används för att uppfylla kraven i BBR.

2. Avsteg görs från krav i avsnitt 5.3 – 5.9 i BBR och projektören visar att samma säkerhet uppnås.

I rapporten presenteras en modell för att göra en snabb, men något mer detaljerad nivåindelning, där följande faktorer beaktas:

- 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 det finns flera syften med något av de krav eller råd som frångås.
- Om krav på särskild utredning eller dimensioneringskontroll ställs i BBR.
- Maxkonsekvensen blir större efter förändringen, t.ex. om en skyddsåtgärd inte fungerar.
- Hänvisning till vedertagen praxis vid verifiering.

Omfattningen av analysen, som krävs för att visa effekten av ett det tekniska bytet, är beroende av många faktorer. Det går inte enbart att med utgångspunkt från information om vilket allmänt råd och/eller krav som ej efterlevs bestämma denna omfattning, d.v.s. mäta storleken på förändringen av brandskyddet. Det gör det omöjligt att ge generella riktlinjer för om en förändring kan betecknas som stort eller litet, eller om ett byte av en skyddsåtgärd mot en annat är ett komplicerat tekniskt byte. Genom det tillvägagångssätt som har presenterats ovan skapas en god grund för att analysera detta verifieringsbehov.

Om det finns behov av att bedöma storleken på förändringen eller förmodade komplexitet föreslås att Tabell 1 utnyttjas för en grov indelning. Den baseras på tillvägagångssättet vid förändring i kombination med vissa objekts- och projektspecifika indikatorer. Förslagsvis görs följande nivåindelning:

- Stor förändring motsvaras av kontrollnivå 3.
- Liten förändring motsvaras av kontrollnivå 2.
- Ingen förändring motsvaras av kontrollnivå 1.

En liten förändring förväntas resultera i få anmärkningar i matrismodellerna och behovet av verifiering blir inte omfattande. En stor förändring kräver dock mer omfattande verifiering och komplexa verifierings metoder. Det är fullt möjligt att nivå- eller typindela tekniska byten på motsvarande sätt.

11.3 Schablon från tidigare lagstiftning

Nivån på vissa krav i bygglagstiftningen har t.ex. ändras under tidens gång. Det innebär att tidigare lösningar, som idag inte lever upp till kraven, kan komma att användas. Schablonlösningar som förekommit i tidigare bygglagstiftning kan vara beroende av att andra detaljkrav i föreskriften följts. Det behöver inte vara fallet i den byggnad som projekteras där en modernare bygglagstiftning tillämpas. Det brandskydd som schablonlösningen innebär kan också ha effekt på det brandskydd som redan projekterats för byggnaden, men med avsikt att uppfylla andra krav. Om t.ex. brandgasventilation installeras kommer dess effektivitet att påverkas av om ett sprinklersystem är installerat eller ej. Det är projektörens ansvar att undersöka vilken effekt tillämpningen av en tidigare accepterad lösning har i det objekt som projekteras. Om det är så att schablonlösningen är ”generell” och användbar så måste detta visas genom antingen beräkning, provning eller utredning där den relevanta situationen analyserats. Det kan alltså vara tillräckligt att referera till en vetenskaplig utredning för att verifiera att lösningen fungerar. Det är dock referens till vedertagen praxis som ej finns dokumenterad eller ”så har vi alltid gjort” argumentation som inte är tillräckligt eller tillfredsställande.

Det finns exempel på när tidigare schabloner visat sig vara direkt olämpliga. Röklås har tidigare används som en schablon för att uppfylla krav på skydd mot brandgasspridning via ventilationssystem. Det har senare visat sig vara en mindre bra lösning då lösningen

presenterades som en del av förenklad dimensionering och konsekvensen av felet blev stort. Både därför att lösningen tillämpas på ett nationellt plan och dels eftersom förenklad dimensionering inte föranleder speciellt mycket eftertanke eller verifiering i projekteringsskedet. Genom att lösningar utvärderas genom beräkning eller provning minskas risken för att äldre lösningar används felaktigt.

11.4 Särbehandling av sprinklersystem?

”Acceptabla” tekniska byten, som tidigare förekommit i byggnormen, innebär inte alltid att de krav som ställs på tekniska byten i den här rapporten följs. Anledningen kan dels vara att dessa tekniska byten är gamla och att kunskapsnivån har höjts, men det kan också finnas andra anledningar. Vid utnyttjande av analytisk dimensionering godtas inte att egenskaper förändras eller att funktionen inte ersätts så att samma riskreducerande effekt uppnås. Gamla tekniska byten, som fortfarande finns i de allmänna råden, kan innebära ett byte mellan olika egenskaper. En förändring av brandskyddet kan därmed innebära att risken reduceras med avseende på ett skyddsmål, men höjs för ett annat. Den typen av tekniska byten kan inte finna stöd i lagstiftningen när analytisk dimensionering används. Däremot är det tillåtet att göra dessa om de står som allmänna råd och sanktioneras därmed.

Sprinkler är ett exempel på där det är svårt att verifiera att de tekniska byten till följd av sprinkler uppfyller dessa kriterier. Det kan finnas andra anledningar att dessa byten får göras. T.ex. så kan de positiva fördelar som sprinkler medför vara så stora att undantag tillåts på andra grunder än oförändrad säkerhet.

I rapporten föreslås ett möjligt tillvägagångssätt för strukturering av verifieringsbehovet inom ramen för analytisk dimensionering och därmed krav som måste uppfyllas för tekniska byten. Tekniska byten som inte lever upp till dessa krav kan fortfarande vara möjliga, men frågan är hur acceptabla dom är. Vissa traditionellt vedertagna tekniska byten är svåra att verifiera. Del p.g.a. att byte görs mellan både egenskapskrav och vissa väsentliga egenskaper hos brandskyddet. Var skall gränsen dras? Sprinkler är ett mycket bra brandskydd när det används på rätt sätt, men vilka tekniska byten som helst kan inte tillåtas till följd av att sprinkler installeras.

Det är aktuellt att se över vilka typer av byten som tillåts och vilka kriterier som kan användas för att utvärdera om det är acceptabelt eller ej. Om mänskligt liv värderas i pengar är det teoretiskt möjligt att göra en avvägning mellan den förväntade kostnadsbesparingen till följd av installation av brandskydd i förhållande till skyddets livscykelkostnad. I samband med brandprojektering förs ännu inte diskussioner av denna typ, men inom många andra branscher görs direkta jämförelser av denna typ, t.ex. av Vägverket.

11.5 Oförändrad säkerhetsnivå

Förenklad dimensionering är inte alltid konservativt eller ”på säkra sidan”. Många accepterade lösningar innebär att ett mindre personantal kommer att skadas eller omkomma vid händelse av brand. Det är en villfarelse att tro att en byggnad är 100% säker om råd och rekommendationer i BBR följs. Däremot så uppnår man i de allra flesta fall en acceptabel säkerhet. Samhället accepterar att ca: 100 personer omkommer till följd av brand, så till vida att det inte finns några ambitioner att höja nivån på det bygg-

nadstekniska brandskyddet för att sänka denna siffra. Det kan tyckas vara lite kontroversiellt att samhället indirekt tillåter att människor skadas och omkommer, men det är ett faktum om effekterna av utformning och tillämpning av lagar och regler studeras. Om brandsäkerheten skall höjas krävs att ett avkall görs på andra målsättningar, t.ex. möjligheter till utnyttjande och användning av byggnaden genom att flexibiliteten försämras och verksamheter begränsas. En annan aspekt är att en höjning av brandsäkerheten är mycket kostsam och leder till att andra riskreducerande åtgärder i samhället får mindre anslag. Ett krav på höjd säkerhetsnivå skall ställas i relation till vad motsvarande resurser kan medföra reducering för andra typer av risker.

12 Slutsatser

I samband med verifiering handlar diskussionen ofta om modellval, vilken temperatur eller höjd på brandgaslagret över golvet som skall användas som kritiska förhållanden eller vilken dimensionerande brand eller vilket personantal som är lämpligt. Stora ansträngningar görs för att bestämma *hur* verifiering skall gå till väga. Något som ofta hamnar i skymundan, slarvas med eller helt glöms bort är struktureringen av problemet, d.v.s. att bestämma *vad* som skall verifieras samt hur det skall kontrolleras och dokumenteras. Paradoxalt nog är detta en förutsättning för att kunna bestämma *hur*.

Kraven på mer avancerade verifieringsmetoder har ökat i takt med att det traditionella sättet att projektera en byggnads brandskydd har förändrats, samt att vi idag är mer medvetna om vilka riskerna är, t.ex. att tillförlitlighet måste beaktas.

De ökade kraven gäller både identifikation av verifieringsbehovet och mer avancerade verifieringsmetoder. Det räcker inte med att kontrollera beräkningarna i sig utan väsentligt är hur dimensioneringsproblemet strukturerats och angripits. Utan att ta hänsyn till konsekvensen av förändringen av brandskyddet och dess effekt på brandsäkerheten tekniska byten kan inte göras okritiskt.

12.1 Vad fungerar inte i dagsläget?

Det har visat sig många effekter på brandskyddet, som påverkar brandsäkerheten, förbises vid verifiering i samband med analytisk dimensionering. Detta har tidigare påpekats i Boverkets utvärdering av byggreglerna (1997), men det är tydligt att det fortfarande inte fungerar som det är avsett. I dagsläget är den största bristen att projektören inte kartlagt effekten av den förändring av brandskyddet som sker då analytisk dimensionering används. En hel del brister uppmärksammas där effekten av förändringen på brandsäkerheten i samband med analytisk dimensionering inte analyseras, verifieras och därmed inte dokumenteras. Det är också så att en del av exemplen på brister kan förklaras av bristande metoder och otillräckliga föreskrifter. Det som är speciellt anmärkningsvärt är att de relativt grova och tydliga fel som förekommer i brandskyddsdokumentationerna som analyserats inte heller upptäcks vid kontroll av dimensioneringen. Det ger indikation på att både verifiering och kontroll inte fungerar i samband med analytisk dimensionering. Om ett tekniskt byte inte är verifierat är det inte ett acceptabelt tekniskt byte. *Det innebär att kraven i BBR inte uppfylls och därmed inte heller samhällets krav på säkerhet.*

Följande slutsatser dras beträffande brister och behov av förbättring med avseende på verifiering och kontroll av verifiering:

- Projektören väljer att enbart utgå från BBR vid analytisk dimensionering, vilket inte är tillräckligt. Alla egenskapskraven i BVF måste uppfyllas vid ett tekniskt byte. Ofta fokuseras enbart på personsäkerhet vid verifiering och skyddsmål som insatspersonalens säkerhet förbises.

- Vid analytisk dimensionering används ofta samma tillvägagångssätt vid verifiering, kontroll, dokumentation och hantering av osäkerheter som vid förenklad dimensionering. Det är inte acceptabelt, även om de nya lösningarna baseras på

gamla föreskrifter eller praxis. Betydelsen av verifiering, kontroll, hantering av osäkerheter och dokumentation är stor när analytisk dimensionering används. Det uppmärksammas inte i tillräcklig utsträckning i dagsläget.

- Det går inte utan eftertanke att tillämpa gamla schabloner från tidigare regelverk, eftersom dessa faller utanför ramen för förenklad dimensionering. Det finns stor risk att fel som uppkommer i samband med felaktig tillämpning av äldre schabloner från tidigare föreskrifter inte uppmärksammas, eftersom dessa lösningar tidigare klassats som accepterade av samhället.

- Sprinkler och andra skyddsåtgärder installeras i samband med tekniska byten, som görs inom ramen för analytisk dimensionering helt, men utan verifiering eller med otillräcklig sådan. Ofta förekommer inte ens beskrivning eller resonemang om vilken påverkan på brandskyddet som det tekniska bytet har. Resonemang som ”tillföljd av att sprinkler installeras kan denna skyddsåtgärd reduceras eller tas bort” innebär inte att verifiering har skett.

- Det görs sällan någon reflexion för att analysera eller hantera effekten på andra egenskaper än olika skyddsåtgärders funktion. En otillräcklig tolkning görs av begreppen total säkerhet och särskild utredning i BBR. Det medför brister i verifieringen som redovisas i brandskyddsdokumentationerna. Resultatet blir att kraven i Boverkets byggregler ej efterlevs, varken när det gäller säkerhet eller krav på verifiering och kontroll i den utsträckning som föreskriften avser.

- Vedertagen praxis kan inte användas som verifieringsmetod i samband med analytisk dimensionering. Praxis kan heller inte användas för att utforma brandskyddet inom ramen för förenklad dimensionering, om det medför att allmänna råd eller krav som är relevanta ej följs. Praxis kan däremot vara underlag för utformning av en lösning när analytisk dimensioner används, men *måste* sedan verifieras. Praxis innebär inte att en lösning är acceptabel med automatik, vilket att döma verkar långt från självklart utifrån studien av brandskyddsdokumentationer.

- Erfarenheten av brandskyddslösningar som projekterats enligt förenklad dimensionering är stor hos de flesta projektörer inom olika områden. Den ”tysta” kunskapen i projektörsleden gör att behovet av dokumentation är litet vid förenklad dimensionering. Samtidigt medför det ett stort behov av att dokumentera och kontroller nya lösningar och dess förutsättningar. Förändringar i byggnaden som normalt inte rör brandskyddet kan mycket väl ha betydelse för brandskyddet om analytisk dimensionering används.

- Vid analytisk dimensionering av brandskydd är resultatet betydlig mer sårbart för fel till följd av okunskap, felaktig förenkling och bristande förståelse. Dessa fel måste upptäckas i ett kontrollsystem. Det finns ett behov av att strukturera och skärpa upp både verifieringen och kontroll av densamma.

- Beskrivningen av brandskyddet är i många dokumentationer otillräckligt för att det skall framgå vilken effekt det tekniska bytet har på säkerheten, vilket krävs för att bedöma om lösningen är acceptabel eller ej. De uppmärksammas bristerna i verifie-

ring och dokumentation innebär att dessa inte fångats upp i den kontroll som bör ha utförts i samband med dimensionering.

I den här rapporten utarbetas en struktur för att angripa verifieringsproblemet och exempel på verktyg som kan användas presenteras. Det är en förutsättning för att kunna bestämma hur beräkningen skall utföras, med vilka metoder och vilka indata som är relevanta, vilka osäkerheter som är aktuella och hur de skall hanteras samt att stora fel vid verifiering undviks.

12.2 Internationella handböcker

Slutsatsen av att studera internationella handböcker är att det inte går att formulera generella riktlinjer för val av verifieringsmetod. En anledning till att generella riktlinjer inte löser problemet är att faktorer som är objektsspecifika påverkar vad som behöver verifieras samt att hantering av osäkerheter är en viktig del vid dimensionering. Det krävs en bedömning för att avgöra vilken omfattning av verifiering som är nödvändig, men det råder brist på verktyg som underlättar för projektören att göra denna bedömning.

Beträffande flera viktiga faktorer som påverkar säkerheten är en oroväckande utveckling, delvis till följd av brist på verktyg att nyttja vid verifiering, att verifieringen blir en överenskommelse mellan projektör och lokal myndighet. Det verkar vara ett steg tillbaka i utvecklingen och bessynerligt med tanke på den stora variationen i säkerhetsnivå för lösningarna som då erhålls. Det gäller både val av modell, acceptanskriterium, scenarion etc. Det innebär att osäkerheter hanteras genom överenskommelse i stället för med vedertagen metodik.

Ett bättre tillvägagångssätt är att med statistik över inträffade bränder och en fastställd säkerhetsnivå försöka kalibrera acceptanskriterium mot en väldefinierad metodik. Det kan t.ex. resultera i dimensionerande värden för osäkra indata. Något som däremot inte är lämpligt när ett systematiskt tillvägagångssätt saknas är att överlåta scenarioval och dimensionerande värden till projektören. Att på lösa grunder anta en dimensionerande brand och beräkna risken med utgångspunkt från det totala antalet bränder ger en felaktig bild av den verkliga brandrisken. Det resulterar både i stor skillnad mellan beräknad och verklig risk samt stor variation i beräknad risk för samma byggnad beroende på vem som projekterar. Detta kan i sin tur leda till stora nationella skillnader beträffande vilka lösningar som accepteras eller förkastas vid verifiering.

Det förefaller naturligt att det även inom svensk brandprojekteringskonst krävs någon form av strukturerad beskrivning av analytisk dimensionering. Det bör uppmärksammas att detta behov inte gäller verifiering isolerat, utan också hänger ihop med kontroll och dokumentation. Det bör också påpekas att följande punkter inte är oberoende av varandra:

- indata
- hantering av osäkerheter
- acceptanskriterium
- dimensioneringsmetod

För att skapa en trovärdig dimensioneringsmetodik för analytisk dimensionering krävs att dessa kalibreras mot varandra. Det är inte avsikten att göra i rapporten, men planeras för närvarande att utföras inom framtida forskningsprojekt.

12.3 Krav på verifiering i byggreglerna

I byggreglerna framgår det *att* verifiering skall ske, men inte uttryckligen *vad* som skall verifieras eller *hur* det skall göras. Syftet med verifieringen framgår, men är vagt beskrivet i generella termer. Om alternativ utformning, enligt BBR 5:11, utförs skall ”det i särskild utredning visas att byggnadens totala brandskydd därigenom inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i avsnittet uppfylls” (BBR, 1998). Om projektören väljer att uppfylla ett krav på annat sätt än vad som exemplifieras i de allmänna råden, måste det kunna påvisas att föreskriften uppfylls. Om projektören inte visar att kraven i föreskriften uppfylls måste förändringen betraktas som en alternativ utformning enligt BBR 5:11. Då blir det aktuellt med en mer omfattande verifiering än om det enbart skall kontrolleras om kravet efterlevs eller ej.

12.4 Analys av verifieringsbehovet

Verifieringsbehovet är kopplat till *vad* som måste visas för att föreskriven säkerhet i bygglagstiftningen skall anses vara uppnådd.

Det innebär att förändringen av brandskyddet och den effekt det har på brandsäkerheten blir föremål för analys, innan omfattningen av verifiering kan bestämmas. Det medför också att behovet blir beroende av det sammanhang där ett tekniskt byte görs, d.v.s. objektsspecifikt. Dessutom kommer osäkerheter att påverka *hur* verifiering bör utföras, både med avseende på vilka osäkerheter som är relevanta att beakta och vilken strategi som väljs för att hantera dem. Först efter ett klargörande av detta kan metodval och val av acceptanskriterium göras för att passa verifieringsbehovet. I rapporten presenteras ett förslag till kvalitativ metod som består av flera olika verktyg. I den bestäms verifieringsbehovet med utgångspunkt från analys av:

- Hur påverkas brandskyddssystemets funktionella uppbyggnad?
- Beaktas hela syftet med det krav eller råd som frångås?
- Hur påverkas brandskyddets egenskaper av förändringen?
- Vilka osäkerheter är väsentliga att beakta och hur skall de hanteras?

Detta skall ge underlag för strukturera den analys som krävs för att verifiera, inklusive att välja metod och acceptanskriterium. Vid metodval är riktlinjen att metoden eller metoderna måste täcka in de effekter på resultatet, d.v.s. brandsäkerheten, som påverkas av den aktuella förändringen av brandskyddet.

13 Fortsatt forskning och utveckling

Möjligheten att utforma brandskydd på ett mer flexibelt och kostnadseffektivt sätt begränsas i stor utsträckning av möjligheten att verifiera att samhällets krav på brandskydd uppfylls, gentemot en acceptabel risk. Om det inte går att verifiera att en lösning uppfyller kraven i BBR, trots att det intuitivt kan vara en bättre och säkrare brandteknisk lösning än vad förenklad dimensionering resulterar i, är inte lösningen acceptabel. Bristen på vedertagna verifieringsmetoder och fastställda acceptabla riskkriterier leder till att byggnaden uppförs enligt den icke verifierade lösningen eller att brandskyddet måste dimensioneras enligt förenklad dimensionering. Det finns därför ett behov av att utveckla verifieringsmetoder och precisera vad som krävs av brandskyddet.

Genom att undersöka hur andra egenskaper än funktion och komplexitet hos brandskyddet påverkas av en förändring, skapas förutsättningar att upptäcka ett ökat antal fel. Vissa fel uppmärksammas inte i kvantitativa analyser, utan måste beaktas med helt andra metoder. För att hantera osäkerheter som inte kan kontrolleras med beräkningar och för att reducera och eliminera fel som de kan ge upphov till krävs åtgärder som restriktioner, krav på att standarder efterlevs, rutiner, specificerad service och underhållsnivå, kompetenskrav (certifiering), m.m.

En av anledningarna till att fel i samband med verifiering uppstår är otydlighet i bygglagstiftningen samt kopplingen mellan skyddsåtgärder, lagar, förordningar där föreskrifter inte är tydlig. Uppbyggnaden av brandskyddet, till följd av förenklad dimensionering, är inte transparent. Faktorer som ökad integration av brandskyddet och att brandskyddet byggts upp genom erfarenhet bidrager till detta. I rapporten presenteras en metodik för att hantera de problem som uppmärksammats. Insatser bör också göras för att eliminera problemen och minska risken för fel. En anledning till oklarheterna är att inte alla egenskapskrav har en direkt och fullständig koppling till kraven i byggreglerna. Det ställer till problem vid strukturering av behovet av verifiering. Följande exempel ges:

- Kopplingen mellan BBR och egenskapskrav i BVF är i vissa avseenden otydliga. Dessutom täcker inte BBR fullständigt in alla egenskapskrav, utan fokuserar på personsäkerhet.

- Eftersom kraven i BBR inte fullständigt täcker in egenskapskraven i BVF räcker det inte med att verifiera enbart mot BBR.

- Om de råd som finns i BBR följs medför det en viss indirekt skyddseffekt på egenskapskrav som inte uttryckligen behandlas i BBR. Det innebär att dolda effekter på brandskyddet, eller s.k. ”dolda avsteg” kan förekomma vid vissa tekniska byten.

Dolda effekter av förändring av brandskyddet, som inte uppmärksammas, kan få allvarliga konsekvenser för byggnadens säkerhet. T.ex. kan räddningstjänstens säkerhet och möjlighet att släcka påverkas vid avsteg från krav som avser utrymningssäkerhet i BBR.

För att ge några exempel, som kan ha negativ effekt på säkerhet för insatspersonal kan lokalerna kan större, inträngningsvägar längre och angrepssvägar färre.

Det innebär att en fortsatt utveckling och förtydligande om samhällets krav på brandskydd och syfte med detta skydd måste fortlöpa. Om BBR fortsätter att struktureras och förtydligas med avseende funktionskravens syfte, så minskar risken för att s.k. ”dolda” avsteg görs, d.v.s. syftet med en skyddsåtgärd uppmärksammas inte och inga kompenserande tillägg görs.

Om projektören tillämpar BBR bokstavligt kommer inte att en fullgod säkerhet att uppnås. Det krävs mer av projektören, vilket befästs i en artikel från Boverkets jurist Aslög Gyberg (1999) och som visar sig vara mycket betydelsefullt när analytisk dimensionering används vid mer komplicerade tekniska byten:

”Det går inte att enbart använda BBR:s regler och tro att det räcker. Man måste även känna till bakomliggande lagar och förordningar och framför allt ha sakkunskap.”

För vidare läsning hänvisas till Appendix D där artikeln finns bifogad.

13.1 Utveckling av nya verifieringsmetoder

Eftersom det är svårt att finna kvantitativa kriterier att använda vid verifiering sker ofta en relativ kvantitativ jämförelse med förenklad dimensionering. Riskbaserade verifieringsmetoder som utvecklats under senare år har visat sig vara användbara för en relativ jämförelse av säkerheten mellan olika dimensioneringsalternativ (Jönsson & Lundin, 1998; Olsson, 1999; Becker, 2000). En relativ jämförelse har dock vissa allvarliga begränsningar. Det är svårt att välja referensobjekt för de fall då förenklad dimensionering inte kan tillämpas. Det kan vara om verksamheten förändrats väsentligt sedan den förenklade dimensioneringsmetoden togs fram. Ett exempel är vissa typer av diskotek, där idag helt andra typer av lokaler används för denna aktivitet än vad som gjordes för tjugo år sedan. Ofta används industrilokaler eller bostäder där personantalet ofta är lågt och därmed också kraven på brandskydd. Källarlokaler med lågt i tak är också en lokaltyp som kan vara problematisk. Det finns i dagsläget inga tydliga generella riktlinjer för vilka objekt där förenklad dimensionering inte kan tillämpas, utan dessa måste bedömas av projektören med utgångspunkt från det aktuella objektet. En annan anledning till att resultaten av förenklad dimensionering kan vara otillräckliga är för helt nya byggnadstyper, t.ex. undermarksanläggningar och höghus.

Dessa problem har uppmärksammats i rapporten ”Gemensamma riktlinjer för brandteknisk dimensionering” (2001). I rapporten presenteras förslag till riskbaserade kvantitativa acceptanskriterium tillsammans med riktlinjer för analytisk dimensionering där en relativ riskbaserad jämförelse används som verifieringsmetod. Förslaget baseras på dödsbrandstatistik från Danmark respektive Sverige, dock utan ingående analys av underlaget och bedömning av dess relevans för att dimensionera byggnadstekniskt brandskydd. Med utgångspunkt från riktlinjerna har analys av brandsäkerheten för olika danslokaler utförts och en värdering mot de föreslagna acceptanskriterierna gjorts (Leveau & Åberg, 2000). Resultatet visar att metodiken i dagsläget inte kan användas på detta sätt för praktisk verifiering.

Den risk som beräknas och som används både som dimensionerings- och verifieringskriterium blir i hög utsträckning beroende av projektörens antaganden. Dessutom kan inte osäkerheter hanteras i erforderlig utsträckning. Det resulterar både i stor skill-

nad mellan beräknad och verklig risk och även stor variation i beräknad risk för samma byggnad beroende på vem som projekterar. Det kan i sin tur leda till stora nationella skillnader beträffande vilka lösningar som accepteras eller förkastas vid verifiering. Effekten av otillräcklig kontroll på osäkerheter i samband med dimensionering blir att det inte går att garantera att funktionskraven uppfylls, men om osäkerheterna inte beaktas blir varken projektören eller beställaren varse detta.

Trots att mer komplexa verifieringsmetoder introduceras, jämfört med enkel scenarioanalys, finns omständigheter som inte beaktas eller inkluderas i en kvantitativ riskanalys. Det innebär att vissa aspekter som påverkar det byggnadstekniska brandskyddet inte beaktas, om enbart beräkningsmetoder används vid verifiering.

Det krävs en kombination av kvalitativ och kvantitativ analys vid beslut om en lösning uppfyller kraven på säkerhet i bygglagstiftningen eller ej. Det finns inte någon entydig eller allmänt accepterat tillvägagångssätt för hur det skall utföras.

Kvalitativa metoder är nödvändiga för att hantera grova fel vid projektering av brandskydd. I förenklad dimensionering anses detta underförstått ingå i metoden, men vid analytisk dimensionering måste detta beaktas uttryckligen. Stora fel ingår normalt inte kvantitativ analys, eftersom de är svåra att modellera. Dock är detta den vanligaste formen av fel.

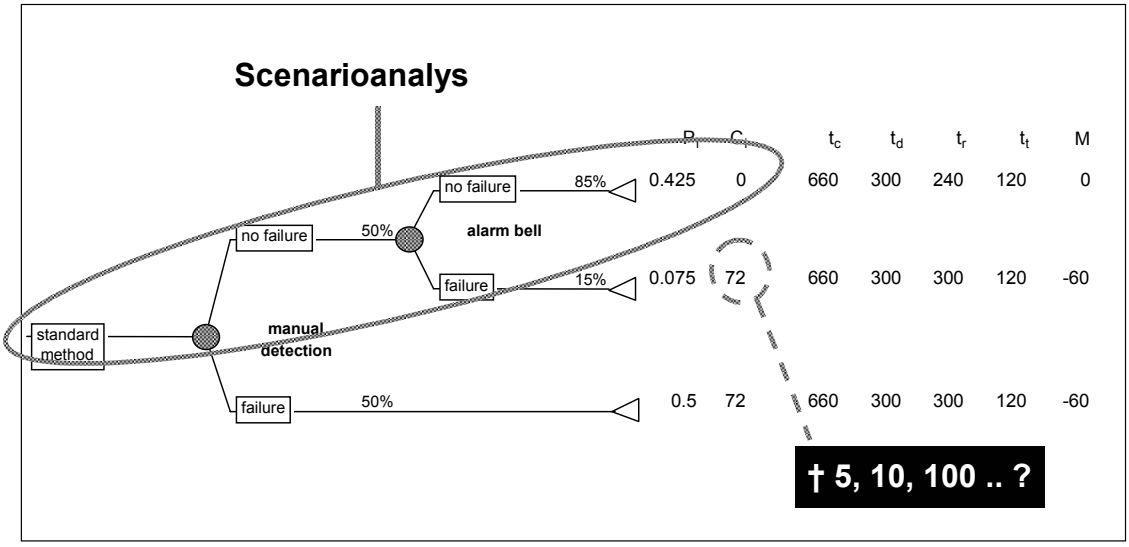
Om analytisk dimensionering skall få genomslag och trovärdighet är det av stor vikt att metoder utvecklas för att hantera grova fel som kan leda till katastrofer. Metoderna beaktar framför allt det som faller utanför den kvantitativa dimensioneringen. Det finns en rad skyddsåtgärder vars skyddseffekt, d.v.s. påverkan på brandrisken, inte beräknas.

13.2 Otydligt preciserade funktionskrav

Ett funktionskrav preciseras sällan så fullständigt att en absolut analys kan göras utifrån absoluta kvantitativa kriterier, d.v.s. både syftet med skyddet och vilken nivå skyddet skall ha. Även om det finns beräkningsmodeller som kan användas för att analysera förändring av brandskyddet, är det svårt att hitta lämpliga kriterium att verifiera mot. Ett undantag är bärförmågan, där nivån på funktionen bärförmåga vid brand anges utifrån ett standardiserat brandförlopp (standardbrandkurvan ISO 834). Eftersom beräkningsmodeller för bärförmåga finns och även statistiskt underlag för att bestämma hur sannolikhetsfördelningen för brandpåverkan ser ut kan en säkerhetsnivå eller funktionssannolikhet beräknas. Denna säkerhetsnivå kan sedan användas som ett riskbaserat acceptanskriterium när andra utformningar skall verifieras. I regel uttrycks nivån som en skyddsåtgärd skall upprätthålla mycket vagt i BBR.

13.3 Otillräcklig hantering av osäkerhet

Metodval och val av acceptanskriterium måste avspegla de osäkerheter som är nödvändiga att beakta. I Figur 22 redovisas effekten av ett dåligt metodval, med tanke på rådande osäkerhet beträffande utfall i händelse av brand. Det leder till att osäkerhetens påverkan på resultatet inte framgår och kan därmed inte hanteras korrekt. Tillförlitlighet beaktas inte och konsekvensen storlek då ett eller flera systemet inte fungerar framgår inte heller i beslutsunderlaget.



Figur 22 Endast en mycket liten del av risken beaktas om hänsyn ej tas till konsekvens av att systen kan sluta att fungera.

I det scenario där allting fungerar som det skall är riskbidraget i regel mycket litet eller obefintligt. Är det godtyckligt vilken konsekvens som uppstår när en skyddsåtgärd inte fungerar? Nej självklart inte, men samtidigt finns inga fastlagda kriterier. Det finns ett stort behov av att driva utvecklingen framåt när det gäller riskbaserade metoder och dimensioneringskriterium om komplicerade tekniska byten skall kunna verifieras.

Referenser

Anderberg, Y. & Pettersson, O. Brandteknisk dimensionering av betongkonstruktioner, Byggforskningsrådet, Stockholm, 1992.

BBR, Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 1998:38, Boverket, Karlskrona 1998.

Becker, P. Metod för riskbaserad dimensionering, Rapport 3109, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2000.

Beever, P. & Britton, M. Research into Cost-Effective Fire Safety Measures for Residentual Buildings, Centre for Environmental Safety and Risk Engineering, Victoria University of Technology, Melbourne, 1999.

Bengtson, S. & Birgersson, B Dokumentation av byggnaders brandskyddsstatus, Brandforskprojekt 589-921, Stockholm, 1995.

BKR, Boverkets Konstruktionsregler, BFS 1993:58, med ändringar t.o.m. BFS 1998:98, Boverket, Karlskrona 1998.

Blockley, D. The Nature of Structural Design and Safety. Ellis Horwood Ltd., 1980.

Boverket. Utvärdering av ändringar i byggregleringen: Brand. Rapport 1997:9, Boverket, Karlskrona, 1997.

Boverket, Boverkets föreskrifter och allmänna råd om certifiering av fristående sakkunniga kontrollanter inom brandområdet, BFS 1996:54, Boverket, Karlskrona 1996.

BSI DD240, Fire Safety Engineering in Buildings - Draft for development, British Standard Institute (BSI). 1997.

Buchanan, A. (editior) Fire Engineering Design Guide. Centre for Advanced Engineering, University of Canterbury, Christchurch, 1994.

BVF, Förordning (SFS 1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk m.m. med ändringar t.o.m. SFS 1997:1240, 1997.

BVL, Lag (SFS 1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk m.m. med ändringar t.o.m. SFS 1994:1589, 1994.

Caldwell, C., Buchanan, A. & Fleischman, C. Documentation for Performance-Based Fire Engineering Design in New Zealand, J. of Fire Prot. Engr., 10(2), 1999, pp 24-31

Delin, M. Skyskrapan brinner - brandförsök med glasfasader, Bygg & Teknik, september 2000.

European co-operation for Accreditation of Laboratories (EAL). Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration, EAL-R2. SWEDAC, Stockholm, 1997.

Energistyrelsen. Uncertainty in quantitative risk analysis - Vejledning. EFP-93 og EFP-96, Journal number 1313/93-0016, 1996.

FEG - Fire Engineering Guidelines, Fire Code Reform Centre, Sydney, 1996.

FEG - Fire Engineering Guidelines – Review Draft September 2000, Fire Code Reform Centre, Sydney, 2000.

Frantzich H., Brandskyddsvärdering av vårdavdelningar - Ett riskanalysverktyg. Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2000.

Frantzich, H. Använd rätt riskanalysmetod i rätt sammanhang, Boverkets brandseminarium 9-10 mars 1999, Boverket, Karlskrona, 1999.

Frantzich H. Uncertainty and Risk Analysis in Fire Safety Engineering. Rapport 1016. Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 1998.

Frantzich, H. Fire Safety Analysis of a Health Care Facility, Rapport 3085, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 1996.

Frantzich, H & Lundin, J. Riskbaserad brandteknisk dimensionering. Slutredovisning av projektet "Dimensionering efter beräknad risk". Rapport 3112, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2000.

Gemensamma riktlinjer för brandteknisk dimensionering, Helsingborgs Brandförsvar, Københavns Brandvæsen, Lunds Brandförsvar, Malmö Brandkår, Malmö, 2001.

Gyberg, A. Hur arbetar Boverket med byggreglerna?, Boverkets brandseminarium 9-10 mars 1999, Boverket, Karlskrona, 1999.

Hostikka, S., Keski-Rahkonen, O., Barnett, J. Results of CIB W14 Round Robin for Code Assessment, Scenario B (draft). VTT Building Technology, Espoo, 1988.

ISO/PDTR 13387-1 Fire Safety Engineering – Part 1: The Application of Fire Performance Concepts to Design Objectives. ISO/TC92/SC4/WG1, 1998.

Karlsson, B. & Larsson, D. Using a Delphi Panel for Developing a Fire Risk Index Method for Multi-storey Apartment Buildings, Rapport 3114, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund 2000.

Klippberg, A. & Fallqvist, K. Brandskydd i Boverkets byggregler BBR, Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm 1999.

Klippberg, A. Bristfällig kontrollplan ger dåligt brandskydd, Boverkets brandseminarium 9-10 mars 1999, Boverket, Karlskrona, 1999.

Klippberg, A. Brandskyddsdokumentation, Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm, 1997.

Lago, U. Ett förslag till modell för att mäta kvalitet på brandskydd vid brandsyn. Rapport 5074, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2001.

Leveau, E. & Åberg, M. Riskbaserad brandteknisk analys av diskotekslokaler, Rapport 5060, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2000.

Lundquist, M. Fisketorvet Shopping Center - Deterministisk Brandteknisk Riskanalys, Brandskyddslaget AB, Stockholm, 1999.

Lundin J. Model Uncertainty in Fire Safety Engineering. Rapport 1020. Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 1999.

Lundin J. & Olsson, F. Kostnadseffektiv utformning av brandskydd, Rapport 3110. Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2000.

Magnusson, S. E. Uncertainty analysis, Identification, Quantification and Propagation, Report 7002, Dept of Fire Safety Eng. Lund University, Lund,1997.

Meister, D. Psychology of System Design, Elsevier, New York, 1991.

Merkhofer, M. Decision science and social risk management, D. Reidel Publishing Company, Netherlands, 1987.

Ohlson, H., Genberg, H. & Backvik, B. Brandskydd – En handledning i anslutning till Boverkets byggregler, AB Svensk byggtjänst, Stockholm, 1996.

Olsson, F. Tolerable Fire Risk Criteria for Hospitals, Report 3101, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund, 1999.

Paté-Cornell, M.E. Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment, Reliability Engineering and System Safety, Vol 54, 1996.

PBL, Plan och bygglagen (SFS 198710) med ändringar t.o.m. SFS 1998:839, 1987.

Rowe, W. Understanding Uncertainty. Risk Analysis, Vol. 14, No. 5, 1994.

Saaty, T. Decision Making for Leaders, RWS Publications, Pittsburgh, 1999.

SFPE Engineering Gudie to Performance-Based Fire Protection – Analysis and Design of Buildings, National Fire Protection Association, Quincy, USA, 2000.

Appendix A Ändring av industri till kontor

I följande exempel finns kopplingar till det fall som beskrivs i avsnitt 6.2.1. Utifrån detta kan verifieringsbehovet identifieras med hjälp av den vägledning som presenteras i kapitel 10.

I Figur 23 finns möjlighet att beskriva påverkan av fyra tillägg och fyra reduceringar i samband med tekniska byten. I det exemplet som används finns endast ett tillägg och en reducering, varvid endast två kolumner används. Dessa markeras med grå bakgrund. Det samma gäller för Figur 24 och Figur 25. Beteckningen ”0” visar att reduceringen eller tillägget inte har någon effekt på den aktuella skyddsåtgärden.

Beskrivning av det tekniska bytet:

- Reducering A1: Det horisontella bärverket av stål utförs oskyddat.
- Tillägg / komplettering T1: Utrymningslarm

	Avsnitt i BBR		**Tekniskt byte**							
			Komplettering				Reducering			
			1	2	3	4	1	2	3	4
Riskkälla	5:4	Skydd mot uppkomst av brand	**0**				**0**			
Exponering	5:5	Skydd mot brandspridning inom brandcell	**0**				**0**			
	5:6	Skydd mot brand- och brandgas-spridning mellan brandceller	**0**				**0**			
	5:7	Skydd mot brandspridning mellan byggnader	**0**				**0**			
	5:9	Anordningar för brandsläckning	**0**				**0**			
Effekt	5:3	Utrymning vid brand (utrymningsunderlättande system)	**+**[1]				**0**			
	5:8	Bärförmåga vid brand	**0**				**-**[2]			

Figur 23 Matris för att överblicka effekt av förändring av brandskyddet när bärverket utförs i oskyddat stål och utrymningslarm installeras.

Kommentarer:

[1] Ett utrymningslarm innebär att tidigare detektion sker och den totala utrymningstiden minskar.

[2] Att utföra bärverket oskyddat innebär att dess brandmotstånd har försämrats markant, jämfört med kraven i BBR. Ingen annan tydlig påverkan sker av någon specifik typ av skyddsåtgärd.

Slutsats:

Det tekniska bytet innebär inte att en identisk skyddsåtgärd med samma funktion tas bort och läggs till. Det medför att syftet med det eller de krav som påverkas behöver undersökas, för att identifiera vilka skyddskedjor som berörs. Det görs genom att studera påverkan på egenskapskrav i BVF. Om bärförmågan har andra syften än att värna

om personsäkerheten för utrymmande, finns ett stort behov av verifiering, eftersom en skyddsåtgärd för detta syfte reducerats utan att ersättas.

Egenskapskrav i §4 BVF	**Tekniskt byte**							
	Komplettering				Reducering			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Byggnadens bärförmåga	**0**				**-**[2]			
Utveckling och spridning av brand och brandgas	**0**				**0**			
Spridning av brand till närliggande byggnadsverk	**0**				**0**			
Personer som befinner sig i byggnaden	**+**[1]				**-**[3]			
Räddningsmanskapets säkerhet	**0**				**-**[4]			

Figur 24 Matris för att undersöka om effekten av skydd som tagits bort eller reducerats har kompenserats.

Kommentarer:

[1] Utrymningslarmet minskar den totala utrymningstiden, vilket ökar säkerheten för personerna som befinner sig i byggnaden.

[2] Bärförmågan försämras genom att bärverket utförs i oskyddat stål.

[3] Skyddet försämras för personer i byggnaden eftersom byggnadsdelar kan falla ned under utrymningsförloppet

[4] Skydd för räddningstjänstenvid vid insats försämras.

Slutsats:

Det finns ett behov av att verifiera att säkerheten för utrymmande personer inte har försämrats tillföljd av att bärförmågan är försämrad i utbyte mot en snabb detektion av branden. En kvantitativ verifiering av utrymningstid och tid till kollaps är lämplig för att analysera och jämföra effekterna av tillägg och reducering. I matrisen framgår det tydligt att den försämrade bärförmågan innebär att säkerheten för räddningstjänstens insatspersonal försämras utan att någon kompensation till följd av tillägg sker. Behovet av säkerhet för räddningstjänsten minskar inte till följd av ändringen och resultatet av det tekniska bytet innebär därmed att räddningstjänstens säkerhet försämras. En omfattande verifiering av om detta är acceptabelt eller ej måste utföras. Möjligen behövs ytterligare skyddsåtgärder som kompenserar för reduceringen.

Egenskaper hos brandskyddet	Tekniskt byte							
	Påverkas egenskapen av de tekniska bytetna?				Betydelse för säkerheten?			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Funktion[1]	-				- -			
Mänskligt agerande	0				0			
Brandskyddsstrategins komplexitet	0				0			
Brandskyddets komplexitet[2]	-				0			
Flexibilitet	0				0			
Känslighet	0				0			
Tillförlitlighet[3]	-				-			
Sårbarhet[4]	-				0			

Figur 25 Matris för att bedöma om egenskap påverkats och om det har allvarlig effekt på säkerheten.

Kommentarer:

1 I Figur 23 och Figur 24 framgår att funktionen påverkas. Effekten på säkerheten bedöms vara stor eftersom försämring av skyddet sker för flera egenskapskrav, varför markering görs med två minustecken.

2 Ett ytterligare aktivt tekniskt system innebär en viss ökning av komplexitet, men det förväntas inte har betydande påverkan på säkerheten.

3 Ett tekniskt system har alltid en viss tillförlitlighet. Om bärverket skyddas bedöms det ha en högre tillförlitlighet än vad utrymningslarmet har. Konsekvensen av att utrymningslarmet inte fungerar måste tas med i bedömning.

4 Utrymningslarmet innebär en viss ökning av sårbarhet, t.ex. genom att rutiner för underhåll och service måste fungera, strömavbrott kan föranleda problem etc. Utrymningslarm är ett så pass välkänt system att drift- och underhållsrutiner och nödström etc. anses vara väl fungerande.

Slutsats:

Av matrisen framgår det att flera egenskaper påverkas negativt och det är nödvändigt att beakta detta vid verifiering av säkerheten. För egenskapen funktion markeras att påverkan är allvarlig genom två ”-” markeringar, med bakgrund av tidigare matris där det framgår att flera egenskapskrav förbisetts.

I exemplet är alternativ utformning enligt 5:11 BBR aktuellt. Brandmotstånd för bärverk uttrycks som ett krav i BBR 5:8 och brandpåverkan avser en fullt utvecklad brand, antingen enligt SIS 02 48 20 (standardbrandkurvan ISO 834) eller modell av naturliga brandförlopp. Det anges också att efter särskild utredning, så kan konsekvenserna av sammanstörtning accepteras och att avsteg från kravet kan göras.

För att bedöma kontrollbehovet används den tabell som presenteras i kapitel 9 och de typerna av tillvägagångssätt och indikatorer som inte är relevanta stryks. Det högsta av de kvarvarande siffrorna i den kolumn som är aktuell representerar den kontrollnivå som är aktuell. I Tabell 3 är det tredje kolumnen som är aktuell, eftersom kravet på bärförmåga frångås.

Tabell 3 Matris för att bedöma kontrollnivå vid ett tekniskt byte.

Faktorer / indikatorer	Tillvägagångssätt vid dimensionering		
	Förenklad dimensionering	Analytisk dimensionering	
		Andra lösningar och metoder för att uppfylla krav	*Alternativ utformning enligt 5:11 BBR*
”Utgångspunkt”	1	2	**3** [b]
Flera och/eller beroende skyddsåtgärder påverkas	~~2~~	~~3~~ [b]	~~3~~ [b]
Komplicerat objekt med nya lösningar	-[a]	~~3~~ [b]	~~3~~
Okomplicerat objekt, påverkar få personer och traditionella lösningar används, t.ex. BR3, BR2	~~1~~	~~2~~	~~2~~
Om det finns flera syften med något av de krav eller råd som frångås	1	3 [b]	**3** [b]
Om särskild utredning eller dimensioneringskontroll krävs i BBR	-[a]	3 [b]	**3** [b]
Maxkonsekvensen blir större	~~2~~	~~3~~ [b]	~~3~~ [b]
Hänvisning till vedertagen praxis vid verifiering	-[a]	~~3~~	~~3~~

[a] ej aktuellt eller kan ej tillämpas, fel dimensioneringsmetod har valts

[b] nivån kan sänkas ett steg om företaget som projekterar har ett dokumenterat och väl fungerande kvalitetssäkringssystem

I tabellen framgår att kontroll av nivå 3 är nödvändig för den aktuella byggnaden. Det innebär tredjepartskontroll med en fristående kontrollant. En fristående kontrollant bör arbeta på annat företag för att vara en oberoende person och skall inte tidigare varit delaktig i projektet.

Slutsats:
Det finns ett stort behov av verifiering av det tekniska bytet. Bytet innebär en försämring av en skyddsåtgärd som används för att uppfylla flera olika egenskapskrav, men en direkt ersättning av skyddseffekt erhålls enbart för ett av egenskapskraven. Huruvida denna effekt är tillräcklig och att säkerheten inte försämras av att skydd elimineras för andra egenskapskrav måste verifieras för att uppfylla kraven i bygglagstiftningen.

Appendix B Minimikrav för dokumentation

I rapporten Brandskyddsdokumentation (Klippberg, 1997) beskrivs utförligt vad som bör ingå i en brandskyddsdokumentation när förenklad dimensionering används. Dessa riktlinjer anses utgöra en bra grund för en brandskyddsdokumentation, men bör i varierande utsträckning kompletteras när analytisk dimensionering används. Förslaget som presenteras nedan är fritt översatt från ”Documentation for Performance-Based Fire Engineering Design in New Zealand” (Caldwell m fl, 1999) av Robert Jönsson och Johan Lundin och har i viss utsträckning kompletterats. Ytterligare vägledning för dokumentation då riskbaserade verifieringsmetoder används finns beskrivet i ”Metod för riskbaserad dimensionering genom beräkning” (Becker, 2000).

Varje brandskyddsdokumentation skall vara en skriven rapport och minst innehålla följande:

1. Namn och kompetens på personen som har det överordnade ansvaret för brandskyddsprojekteringen.
2. Namn och kompetens på personen som har gjort den aktuella analysen.
3. Namn och kompetens på personen som kontrollerar den aktuella analysen. Denna person måste ha minst lika hög kompetens som personen som utför analysen.
4. En beskrivning av vald brandskyddsfilosofi som skall inkludera:
   a) Behovet av verifiering
   b) Funktionskraven som utgör basen för designen, inkluderat val av acceptanskriterier.
   c) Skillnader mellan den valda lösningen och byggnormens detaljråd
   d) Den övergripande strategin för att uppnå funktionskraven.
   e) En översiktlig beskrivning av den brandtekniska analysen.
   f) En sammanfattning av designlösningen.
5. En tydlig beskrivning av valda brandscenarier och varför de valdes. Varje antagande måste beskrivas och vara berättigat. Motivering varför vissa scenarier inte analyserats kan också vara nödvändig.
6. Fullständig beskrivning av använda datorprogram, inkluderande nummer, datum, indata och en sammanfattning av utdata. Datorprogram som är internationellt erkända och genomgått förtest av flera användare är acceptabla att använda.
7. Fullständig beskrivning av använda modeller och deras begränsningar.
8. Plan för drift och underhåll
9. En förteckning över vad som ingår i dokumentationen i from av rapporter och ritningar. Samtliga försedda med datum mm.

Brandskyddslösningen bör presenteras i tre delar:

- skriven rapport
- ritningar
- specifikationer

Den skrivna rapporten:

1. All information beskriven ovan skall inkluderas i den skrivna rapporten.
2. Alla beräkningar skall vara utförligt beskrivna och förklarade så att hela beräkningsprocessen är lätt att följa.
3. Referenser skall anges för alla ekvationer och antaganden.
4. Referens till litteratur skall bara vara till erkänd litteratur. T.ex. publiserad med ”review” förfarande, eller allmänt vedertagen som referens.
5. Indata till datorprogram rekommenderas att summeras i form av grafer eller beskrivas i ord hellre än med numeriska datalistor.
6. Datorutskrifter bör återfinnas i ett appendix.
7. Referenser bör ges till ritningar och specifikationer.
8. Rapporten är en projekteringshandling som skall revideras fortlöpande och måste uppföljning måste ske när byggnaden är färdig. En beskrivning av vilka kontroller på byggplatsen som måste göras, t.ex. olika installationers utformning, tätning etc. bör ingå om utkast till brandskyddsdokumentation används som systemhandling. När revisionshandlingen, d.v.s. den slutliga brandskyddsdokumentationen, slutförs kan denna del tas bort.

Ritningar:

1. Ritningar med aktuella brandskyddskrav skall inkluderas.
2. Ritningarna skall vara uppdaterade och stämma överens med den skrivna rapporten och med specifikationerna. I den slutliga brandskyddsdokumentationen skall enbart relationsritningar användas.

Specifikationer:

1. Specifikationer måste finnas i de fall det behövs för att förtydliga (i ord) brandskyddslösningar på ritningar.
2. Det bör finnas en översiktlig beskrivning av brandskyddssymboler som är generell för samtliga ritningar.
3. Kontrollrutiner bör inkluderas, tillsammans med drifts- och underhållsrutiner.

Ovanstående rekommendation är framför allt framtagna för att uppfylla myndigheternas krav på dokumentation av brandskydd. I regel har dokumentationen flera olika målgrupper, t.ex. beställare, förvaltare, projektörer, räddningstjänst, försäkringsbolag, hyresgästen m.fl. Det kan finnas anledning att bygga upp dokumentationen så att den tillgodoser flera av dessa avnämare och exempel på tillvägagångssätt presenteras i ”Dokumentation av byggnaders brandskyddsstatus” (Bengtson & Birgersson, 1995).

Appendix C Korrespondens med Boverket

I appendix C presenteras frågor angående vilka krav som ställs på egendomsskydd i BBR som ställts till Boverket. Boverkets svar följer därefter.

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Brandteknik

2000-09-27

Diarienummer:
0043/BR/JL

Boverket
Box 534
371 23 Karlskrona

Tolkning av BVF, BBR och allmänna råd beträffande egendomsskydd.

Det råder lite oklarheter kring det bakomliggande syftet med egenskapskravet i den 2:a punkten i §4 BVF:

”utvecklingen och spridning av brand och rök inom byggnadsverket begränsas”.

Det som är oklart är om texten skall tolkas som att samhället ställer krav på egendomsskyddet i byggnaden, eftersom egendomsskadan till stor del styrs av skyddet mot spridning av brand och brandgas (rök?).

Om denna tolkningen är riktig får det en betydande effekt på krav på verifiering vid dimensionering genom beräkning av brandskydd i en byggnad. Ett förtydligande eller klargörande från Boverkets sida skulle vara önskvärt.

Om kravet i punkt 2 inte syftar till egendomsskydd, vad avser kravet då? I 4:e punkten i §4 BVF står att:

”personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt”.

För att personerna skall kunna lämna byggnaden i händelse av brand krävs att förutsättningar för tillräckligt god utrymning skapas. Det sker genom åtgärder som skapar tillräckligt mycket tid till utrymning i förhållande till vad som behövs. Det är alltså en kombination av tillgång till och antal utrymningsvägar samt skydd mot brand och brandgasspridning inom byggnaden. Om personerna skall hinna ut ur byggnaden genom att tillräckligt bra utrymningsförutsättningar skapas, måste brand och brandgasspridning beaktas för att uppfylla punkt 4. Varför finns krav på begränsning av brand och brandgasspridning i enlighet med punkt 2 om det enbart avser personskydd?

Det verkar inte logiskt att avsikten med 2:a punkten är att enbart värna om personskydd, eftersom krav på detta uttryckligen ställs i punkt 4. Antingen måste det finnas ett annat underliggande syfte, t.ex. att punkten 2 avser att skydda den egna egendomen, eller så är punkt 2 en del av punkt 4 och dessa borde skrivas ihop till enda punkt.

Postadress Box 118, 221 00 Lund *Besöksadress* John Ericssons väg 1, Lund *Telefon dir* 046-222 01 80, *vx* 046-222 73 60 *Telefax* 046-222 46 12
E-post johan.lundin@brand.lth.se *Internet* http://www.brand.lth.se

Boverket har publicerat en rad förtydligande och klargörande vad det gäller BBR, men ur dessa går det inte att utläsa vad som gäller för egendomsskyddet. I rapporten ”Boverkets bygg- och konstruktionsregler, BBR 94 och BKR 94 – Bakgrund, översikt och konsekvensanalys” konstateras på s. 33 att

”Samhällets ansvar för brandskyddet förtydligats vad gäller att förebygga brand, möjligheter att skydda och rädda liv och skydda grannarnas intressen. Beträffande egendomsskyddet kan det precis som tidigare behöva kompletteras med byggherrens krav och önskemål”.

Det framgår tydligt att samhället ställer krav på att förebygga brand, skydda grannars intressen samt att skydda och rädda liv och då rimligen både personer i och omkring byggnaden samt räddningstjänstens personal. Det framgår också av citatet ovan att en komplettering av egendomsskyddet kan vara aktuellt för att samhällets krav inte är lika högt ställda som byggherrens. Det är dock fortfarande oklart om och i så fall vilket krav som samhället ställer på egendomsskyddet. Det är av stor vikt att få detta klargjort eftersom det tyvärr är alltför vanligt att byggherrens mål/krav är att reducera brandskyddet i så hög utsträckning som möjligt.

Dimensionering genom allmänna råd och tidigare detaljkrav medför indirekt ett visst egendomsskydd. Ingår detta skydd som en del av de krav på egendomsskydd som presenteras i BVF eller är det att se som ett skydd utöver det som samhället ställer krav på? Förhoppningen är att det efter Ert klargörande inte råder något tvivel om hur det förhåller sig med detta.

En entydig tolkning av detta är nödvändig i samband med alternativ utformning enligt §5:11 BBR, eftersom det där är konsultens uppgift att visa att samma säkerhet uppnås vid alternativ utformningen som om alla krav i BBR kapitel 5 följdes. Följande frågeställningar är önskvärda att eliminera i sådana situationer:

Ställs då krav på att lika bra egendomsskydd också erhålls? Om inte, är det då acceptabelt att reducera egendomsskyddet fullständigt? Ställer samhället krav på egendomsskydd och i så fall var finns möjlighet att finna lämplig nivå?

Detta är avgörande när krav skall ställas på verifiering vid alternativ utformning. Ingår egendomsskyddet som en del i det brandskydd som krävs i byggreglerna eller ej? Om svaret är nej innebär det att en reducering av egendomsskyddet som förenklad dimensionering resulterar i, kan göras. Om svaret är ja måste effekten av alternativa utformningen på egendomsskyddet verifieras.

Det var många frågor i ett och samma brev. Men huvudfrågorna är huruvida §4BVF ger utrymme för tolkningen att samhället ställer krav på skydd av den egna egendomen och vad är det bakomliggande syftet med 2:a punkten samma stycke?

Med vänlig hälsning

_____ _____

Johan Lundin Håkan Frantzich

BOVERKET
National Board of Housing
Building and Planning

2000-12-04 Dnr: 1230-2486/2000

Anders Johansson
Dir.tel: 0455-353156
anders.johansson@boverket.se

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Box 118
221 00 Lund

Tolkning av BVF, BBR och allmänna råd beträffande egendomsskydd

Ni frågar i ert brev från 2000-09-27 hur Boverket tolkar § 4 i förordningen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. (BVF). Huvudfrågan är om samhället ställer krav på egendomsskydd vid brand eller om lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. (BVL), förordningen (BVF) och Boverkets tillämpningsföreskrifter (BBR) enbart reglerar skydd för personer.

Införande av byggnadsverkslagen

De grundläggande kraven på brandskyddet finns i BVL (säkerhet i händelse av brand) och preciseras i 4 § BVF

4 § Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt 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. *räddningsmanskapets säkerhet vid brand beaktats.*

Till BVL med förordning fördes den 1 juli 1995 de egenskapskrav som tidigare fanns i plan- och bygglagen (PBL). Detta gjordes för att föra in EU:s byggproduktdirektiv (CPD) i den svenska bygglagstiftningen.

När man införde byggnadsverkslagen skrev man i propositionen (1993/94:178 s. 100) att det inte skulle medföra någon ändring i sak vad det gällde de tekniska egenskapskraven. Det Sverige gjorde när man införde texten från CPD var med andra ord att ta direktivets text samtidigt som man säger att tolkningen skall vara densamma som i tidigare svensk lagstiftning.

Kraven på brandskydd fanns tidigare i PBL och uttrycktes på följande sätt; "*...tillfredställande skydd mot olycksfall uppkomst och spridning av brand och mot personskador vid brand*".

Frågan är alltså vad man menar menade med tillfredställande skydd mot brand i PBL. I propositionen och andra förarbeten till PBL hänvisas i sin tur tillbaka till byggnadsstadgan från 1947 (§ 44). Där kan man bland annat läsa i 1 mom. "*Byggnad skall med avseende å konstruktion och inredning utföras så att faran för brand ej blir större än som betingas av hänsyn till dess ändamål, angränsade bebyggelse och omständigheterna i övrig....*".

Av förarbeten och kommentarer till PBL och tidigare lagstiftning framgår att det faktiskt är så att lagstiftaren med ordet "tillfredsställande" med avsikt har lämnat utrymme för avvägningar (bl.a. mellan säkerhet och vad som är ekonomiskt försvarbart) och nyanserade bedömningar från fall till fall.

Någon direkt uppdelning mellan personskydd och egendomsskydd görs inte i bakgrunden till lagstiftningen. Man kan dock konstatera att det skett en kontinuerlig utvecklig av formuleringarna i lagstiftning och regler från egendomsskydd mot personskydd, vilket kan ses som naturligt eftersom de ursprungliga brandlagarna handlade om att undvika stadsbränder, medan vi i dag främst fokuserar på personskydd.

Tolkning av byggproduktdirektivet (CPD)

Till byggproduktdirektiv finns särskilda tillämpningsdokument, s.k. interpretative documents. Dessa utgör underlag för de tekniska specifikationer som tas fram för att byggprodukter skall kunna uppfylla de sex väsentliga egenskapskraven i CPD. I sammanhanget är det viktigt att veta att tillämpningsdokumentet inte har någon juridisk status som byggregler i Sverige. De har däremot i vissa delar tjänat som bakgrund vid framtagandet av byggreglerna.

Inledningsvis kan man i tillämpningsdokumentet för brand konstatera att de fem punkterna inte är separata utan skall ses som en helhet för att uppnå ett bra brandskydd. Det är Boverkets tolkning att även den svenska lagstiftningen skall ses på det sättet.

Förtydligande i BBR

Frågan är alltså om de svenska byggreglerna på något sätt direkt och uttryckligen reglerar egendomsskydd. Byggreglerna är skrivna av Boverkets med stöd av bemyndigande i BVF och PBL, men vilar även på en tradition av lösningar och nivåer från äldre byggregler. Kravet på brandcellsindelning har av tradition varit välreglerat och funnits länge i svenska byggregler

Vid införandet av BBR skrev vi i vår konsekvensutredning, som ni konstaterat i ert brev följande:

"Samhällets ansvar för brandskyddet förtydligas vad det gäller att förebygga brand och rädda liv och skydda grannarnas intressen. Beträffande egendomsskyddet kan det precis som tidigare behöva kompletteras med byggherrens krav och önskemål."

Detta synsätt tyder på att samhället i princip accepterar den nivå på egendomsskydd som uppnås om man följer byggreglerna som har sin utgångspunkt främst i personskydd och grannskydd.

Byggreglerna är dock inte heltäckande utan precisera vissa områden där staten funnit det befogat att utveckla vissa väsentliga krav och funktioner i byggnaden. Byggherren måste med kompetens, erfarenhet, god yrkeskunskap mm fylla ut det som saknas i reglerna.

Alternativ utformning av Brandskyddet

Vid en alternativ utformning av brandskyddet (BBR 5:11) skall byggnadens totala brandskydd inte bli sämre än om hela brandkapitlet i BBR följts. De krav som finns på ytskikt, brandcellsindelning mm, samt den uppdelning av byggnader som görs för att hindra spridning till grannbyggnad borde som tidigare konstaterats ge en för samhället acceptabel nivå även för egendomsskyddet.

Även om det är oklart om det ställs några explicita krav på egendomsskydd i byggreglerna har Boverket svårt att se hur man skall kunna uppnå samma totala brandskydd som i BBR kapitel fem samtidigt som egendomsskyddet reduceras fullständigt. Möjligen skulle alternativa lösningar som enbart bygger på aktiva brandskyddssystem och som fallerar vid en brand kunna få den effekten. För att uppnå ett tillfredställande personskydd krävs dock att tillförlitligheten på sådana system är mycket god.

Slutsatser

Boverket vill påpeka att lagstiftningen lämnar utrymme för avvägningar och att nyanserade bedömningar behöver göras från fall till fall. Det är först i samband med rättsfall i domstol som en konkret tillämpning av lagen fastslås.

Byggreglerna har en stark inriktning på personskydd. Även om byggreglerna inte är heltäckande borde den nivå på brandskyddet som blir av att följa byggreglerna i regel bli acceptabel för samhället även vad det gäller egendomsskydd. En alternativ utformning skall ge samma totala brandskydd som om byggreglerna följts.

Om samhället kan acceptera hur stora brandskador som helst på en enskild större byggnad är givetvis en mycket intressant fråga. Att finna någon lämplig nivå på egendomsskyddet från samhället är mycket svårt och inget som Boverket har i uppdrag att göra. Storbränder är dock inte bara ett ekonomiskt problem utan också ett miljöproblem. Om man med stöd av miljölagstiftningen skulle kunna begränsa möjligheten att bygga så att storskador undviks är en tanke som sannolikt behöver utvecklas i framtiden.

I handläggandet av detta ärende har ingenjören Sven-Åke Sonesson, juristerna Lars Brask och Aslög Gyberg medverkat. Föredragande har varit brandingenjören Anders Johansson och beslutande Bengt Lindström enhetschef Bygg- och förvaltningsenheten.

Med vänlig hälsning

Bengt Lindström

Anders Johansson

Appendix D Artikel av Aslög Gyberg, Boverket

I detta appendix presenteras en artikel av Aslög Gyberg, Boverket, som ursprungligen publicerats i Boverkets brandseminarium 9-10 mars 1999, Boverket, Karlskrona, 1999. I artikeln berörs så många av de faktorer, som enligt analys av brandskyddsdokumentation inte fungerar, att den bifogas som bilaga.

Hur arbetar Boverket med byggreglerna?

Aslög Gyberg, Boverket

Vad är grunden för Boverkets byggregler? Måste man alltid följa BBR? Vilka krav ställer samhället på brandskydd och vad har byggherren ansvar för? Varför svarar Boverket inte på mina frågor om tillämpning av reglerna?

När får en myndighet ge ut föreskrifter?

Riksdagen måste tillåta att föreskrifter (bindande, generella regler) skrivs till en lag. Grundprincipen är att en myndighet bara får skriva föreskrifter om riksdagen har givit regeringen bemyndigande att ge den rätten till en myndighet.

Boverket *får* bl.a. ge ut föreskrifter till vissa paragrafer i BVF (förordning om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m.). Ibland *måste* vi ge ut föreskrifter för att t.ex. föra in EU-direktiv i det svenska regelverket. Boverkets regler kungörs i Boverkets författningssamling (BFS).

När ska en myndighet ge ut föreskrifter?

Utgångspunkten är att man bara ska ta till bindande regler i sista hand, om det inte finns något bättre alternativ. Regler bör inte vara kostnadskrävande, detaljerade och invecklade. Man måste undvika sådana som hämmar utvecklingen av företagsamhet och teknikutveckling eller är handelshinder.

Exempel på andra sätt att uppnå något utan myndighetsregler är att i handböcker beskriva en lagstiftnings bakgrund och syften med förtydligande exempel, ge ut rapporter med forskningsresultat, sprida beskrivningar av bra rutiner som fungerar. Kontakter med t.ex. branschorganisationer för att lyssna och reda ut missförstånd är också viktiga. Myndigheten måste fundera över om det behövs bättre information på något område eller större kunskap om de regler som finns. Kanske kan kontakten med och servicen till omvärlden bli bättre? Allt för att öka förståelse och kunskap utan att reglera. Om det finns föreskrifter som inte fungerar behövs det kanske inte fler eller ändrade föreskrifter, utan kanske färre regler, bättre systematik.

När får en myndighet ge ut allmänna råd?

Myndigheter behöver inte ha något tillstånd till att skriva allmänna råd inom sitt verksamhetsområde. Allmänna råd i den här formella betydelsen är generella rekommendationer om tillämpningen av en författning. De är i och för sig inte bindande för den enskilde men nivåsättande och därigenom styrande. Man behöver inte göra så som det står i ett allmänt råd utan kan välja en annan lösning som når upp till samma nivå.

Det går att stryka regler också!

Rensning (sanering) kan behövas om regelmassan börjar bli snårig och ogenomtränglig. Vi ska däremot inte ändra för ändrandet skull; det är bra att hålla kvar sådant som fungerar. De som använder reglerna bör kunna känna igen sig och kunna jämföra med vad som gällde tidigare. Myndigheterna är givetvis skyldiga att hålla sina regler så aktuella som möjligt. Ändringar i t.ex. lagar och standarder kan föra med sig att struktur och ordval måste förändras.

Boverkets föreskriftsrätt i brandfrågor

I BVL (lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m.) finns det övergripande kravet på brandskyddet och bemyndigandet från riksdagen till regeringen att antingen själv skriva föreskrifter eller ge den rätten till den myndigheten regeringen bestämmer.

BVL 2 §: Byggnadsverk som uppförs eller ändras skall, under förutsättning av normalt underhåll, under en ekonomiskt rimlig livslängd uppfylla väsentliga tekniska egenskapskrav i fråga om [...] säkerhet i händelse av brand.

I BVF hittar vi de mer detaljerade krav Boverket har givits rätt att föreskriva om:

4 § Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att:

1. byggnadsverkets bärförmåga vid brand

Aslög Gyberg tycker det är lika viktigt att stryka dåliga regler som att skriva nya.

kan antas bestå under en bestämd tid,
2. utvecklings 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. räddningsmanskapets säkerhet vid brand beaktas.

BVL och BVF är lagstiftning som för in byggproduktdirektivet, CPD, i Sverige. Observera formuleringarna i BVF: *begränsas* om spridningen, personer *ska* kunna *komma ut eller räddas på annat sätt*, räddningsmanskapets säkerhet *ska beaktas*.

Lägg märke till att personsäkerheten prioriteras jämfört med det som tidigare stod i plan- och bygglagen, PBL:
3 kap. 6 §: Byggnader skall ge ett tillfredsställande skydd mot olycksfall, mot uppkomst och spridning av brand och mot personskador vid brand.

Boverkets byggregler ställer stora krav på användarna

I BBR, som gäller för nya byggnader och i princip för tillbyggnader, har vi plockat ut några viktiga aspekter på brandskyddet utifrån 4 § BVF och i de fallen angett samhällets minimikrav. Det innebär att reglerna är långt ifrån heltäckande; för att uppnå lagens och förordningens syften krävs att de används kompetent och att det som inte täcks av föreskrifterna fylls ut med stor sakkunskap. Observera de möjligheter som finns att välja alternativa lösningar (BBR 5:11). Boverkets allmänna råd om ändring av byggnad (annan än tillbyggnad) finns i BÄR 96.

Föreskrifter ska vara sakliga och väl grundade

I de fall man anser att föreskrifter verkligen behövs ska vi följa regeringsformens krav på *saklighet och opartiskhet*. Detta betyder bl.a. att vi måste ha ett rejält underlag, bl.a. forskningsresultat, och att vi inte får skriva något för att gynna en viss tillverkare.

Vi ska skriva *funktionskrav,* dvs. ange vad som ska uppnås men inte hur, vi får t.ex. inte föreskriva att en viss teknisk lösning ska användas. Detta ställer stora krav även på dem som tillämpar reglerna.

För alla föreskrifter och allmänna råd ska en *konsekvensutredning* göras. I den beskrivs bl.a. effekterna av olika lösningar positiva såväl som negativa. Många frågeställningar ska belysas: Samordningen med andra regelsystem? Vilka berörs? Finns det resurser för kontroll och service? Vilka övergångsbestämmelser krävs?

Förslaget med konsekvensutredning skickas ut på *remiss* till dem som ”kostnadsmässigt eller på något annat betydande sätt berörs”, t.ex. till organisationer, myndigheter, kommuner m.fl. Vi måste också låta våra förslag gå på remiss inom EU, GATT och WTO.

Remissynpunkterna ställs sedan samman och diskuteras internt och i olika referensgrupper. Detta brukar påverka de slutliga texterna en hel del.

Om det är så att förslaget innehåller sådant som kan leda till ”inte oväsentligt ökade kostnader” måste regeringen medge att Boverket beslutar att ge ut just de föreskrifterna. Utrymningslarmen (brandvarnare) var exempel på en sådan regel Om regeringen ger sitt medgivande, beslutar Boverkets styrelse slutgiltigt att föreskrifterna och de allmänna råden ska ges ut.

Till de ändringar i BBR och BKR som började gälla den 1 januari 1999 har vi givit ut kommentarer. Där finns ganska mycket skrivet om brandavsnittet. Vi hoppas att de kan öka förståelsen och göra tillämpningen lättare.

Det går inte att enbart använda BBR:s regler och tro att det räcker. Man måste även känna till bakomliggande lagar och förordningar och framför allt ha sakkunskap.

Byggherren ansvarar för att reglerna följs

Till Boverket kommer många frågor från enskilda och myndigheter om hur reglerna ska tolkas. De som vill veta hur en bestämmelse ska användas i ett enskilt fall måste vi tyvärr göra besvikna.

Ska vi då inte svara på frågor om våra egna föreskrifter? Jo, naturligtvis ska vi kunna förklara vad vi menar, vilket syfte reglerna har osv. Men enligt lag och förordning ska samhällets intressen i det enskilda fallet i första hand tas tillvara av byggnadsnämnden som utifrån sin bedömning av projektets art och byggherrens kompetens och egenkontroll kan se till att viktiga punkter finns med i kontrollplanen. Det är den som låter uppföra en byggnad, d.v.s. byggherren, som har ansvaret för att lagar och bestämmelser följs vid arbetena. Nämnden kan också i efterhand, flera år efter

det att ett bygge är klart, gå in och kräva att en byggherre rättar till felaktigheter. Detta även om varken bygglov eller bygganmälan krävts. Den som äger ett byggnadsverk ska svara för att underhålla det och hålla säkerhetsanordningarna i stånd, om så inte sker kan byggnadsnämnden ingripa.

Det är alltså byggnadsnämnden som har tillsynen. Är byggherren missnöjd med byggnadsnämndens beslut om t.ex. någon punkt i kontrollplanen, kan han klaga till länsstyrelsen, därifrån till länsrätten, och med s.k. prövningstillstånd till kammarrätt och sist till regeringsrätten. Först då slås det fast hur en bestämmelse ska tolkas i ett visst ärende.

Det måste gå att lita på Boverkets besked

Boverket yttrar sig i enskilda ärenden först på begäran av domstol (oftast kammarrätt och regeringsrätt) och får då samtliga handlingar i ärendet. Om vi kommit in för tidigt i ett ärende kan vi bli tvungna att ändra vår uppfattning när vi får allt material och då ser att vi inte har fått reda på allt som varit viktigt för vår bedömning. Det kan också ha blivit missförstånd mellan den som frågat och oss. Så blir det inte rättssäkert: det måste gå att lita på våra besked.

Boverket är alltså inte tillsynsmyndighet i byggärenden. Däremot ska vi följa hur lagstiftningen med föreskrifter tillämpas eftersom vi har uppsiktsansvaret. Det ingår i uppföljningen av reglerna att ta reda på oklarheter och oförutsedda komplikationer, vi vill ju skriva bättre och bättre föreskrifter och bara de som verkligen behövs. Därför är vi tacksamma för alla synpunkter från och diskussioner med användarna.