

# **Räddningsmanskaps säkerhet under insats**

– kriterier för analytisk dimensionering

***Mikael Gradén***  
***Joakim Liljedahl***

---

Department of Fire Safety Engineering  
Lund University, Sweden

Brandteknik  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet

Report 5235, Lund 2007

Rapporten har finansierats av  
Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB



**Räddningsmanskapets säkerhet under insats**  
– kriterier för analytisk dimensionering

**Mikael Gradén**  
**Joakim Liljedahl**

**Lund 2007**

Rapporten har finansierats av

**brandkonsulten ab**



## **Räddningsmanskapets säkerhet under insats**

– kriterier för analytisk dimensionering

## **Safety of the fire personnel during operations**

– criteria for analytic design of buildings

Mikael Gradén  
Joakim Liljedahl

### **Report 5235**

**ISSN: 1402-3504**

**ISRN: LUTVDG/TVBB—5235--SE**

Number of pages: 105

### Keywords

Fire fighter safety, analytic design of building, operations, criteria

### Sökord

Räddningsmanskapets säkerhet, analytisk dimensionering, insats, kriterier

### Abstract

In order to simplify the consideration of fire fighter safety for contractors, engineers and others when planning buildings, this report has generated criteria that define a reasonable safe environment to fire fighters. If these criteria are to be used on a national basis, a more equal level of safety for the fire fighters will be achieved no matter where a building is erected.

In this report different elements of risk to the fire personnel that may be encountered during operations in buildings have been identified. After identifying the possible risk elements a number of criteria for heat, radiation, visibility, load bearing capacity and time needed for inner operations were recognized.

If these criteria are met the building is considered reasonably safe for fire fighters.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2007.

---

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

Att arbeta med rapporten du håller i din hand har varit en intressant och utvecklande resa. Det har inte enbart handlat om de mål och syften som avhandlas i rapporten. Resan har även bestått av en nyttig och trevlig inblick i konsultbranschens arbetsgång som givit en positiv erfarenhet i livet. Dessutom har det observerats hur ovärderligt ett gott stöd i arbetet faktiskt är. Kontentan av det hela är att det har varit mycket trevligt och inspirerande att arbeta med detta projekt i alla avseenden.

Det finns många att tacka i detta skede. Först och främst vill vi tacka Magnus Nordberg, brandingenjör och civilingenjör i riskhantering, Brandkonsulten AB, handledare och mentor, för ditt stöd och det faktum att djävulens advokat- metoden fungerar mycket bra. Det var en utmaning som uppskattades.

Vidare ska Robert Jönsson, avdelningschef Brandteknik Lunds tekniska högskola (LTH), ha ett stort tack för sitt stöd som handledare för oss. Ditt kontaktnät är ovärderligt.

Fler att tacka är alla de som ställt upp med sin tid för att hjälpa oss med olika frågeställningar och andra nödvändigheter. Dit hör följande personer:

Anna-Maria Ejrup, brand- och riskhanteringsingenjörstudent LTH, tack för dokumenten från Australien.

Per-Erik Isberg, universitetsadjunkt Statistiska institutionen Lunds universitet, tack för synpunkterna på vår enkät.

Daniel Nilsson, doktorand Brandteknik LTH, som vanligt vettiga synpunkter.

Daniel Gojkovic, universitetsadjunkt LTH, brandingenjör ÖSA, tack för tipsen.

Tora Kristiansen, bibliotekarie Brandteknik LTH, outhärlig för förvirrade studenter.

Sanna Sender, civilingenjör i ekosystemteknik, tack för hjälpen med de engelska formuleringarna och för att du stått ut med att din pojkvän varit lite frånvarande på sistone.

Thorwald Snickars, överingenjör Stockholms brandförsvaret, Fredrik Wikström brandingenjör Attunda, Stefan Wesley brandingenjör Nacka brandförsvaret. Tack för intervjuerna.

Även ett stort tack riktas till de räddningstjänster runt om i landet som bemödade sig med att svara på vår enkät och kom med många synpunkter.

Vi vill även storligen tacka alla anställda på Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB för den enorma support och det fantastiska bemötande vi fått från er. Ett av delmålen med arbetet var att ha roligt, mycket tack vare er så uppfylldes det.

Tills sist vill vi tacka våra familjer, vänner och bekanta som har stått ut med oss under denna tid. Vi har inte alltid varit tillgängliga, men vi har känt stödet från er.

Stockholm, augusti 2007

*Mikael och Joakim*

---





## Sammanfattning

Målet med denna rapport har varit att ta fram kriterier för vad som definierar en tillfredsställande säker insatsmiljö för räddningsmanskapet. Syftet med dessa kriterier är att förenkla för bland annat byggnadsprojektörer och brandskyddskonsulter vid analytisk dimensionering av byggnader.

För att få en uppfattning om vilka kriterier som är nödvändiga för att definiera en tillfredsställande säker insatsmiljö för räddningsmanskapet, gjordes en riskinventering. Inventeringen utfördes i form av enkätundersökning och fördjupade intervjuer med personal från räddningstjänsten. De områden som identifierades för djupare studier var:

- Under vilken tidsperiod i ett brandförlopp en invändig insats kan förväntas ske.
- Vilken strålnings- och värmepåverkan som räddningsmanskapet kan tolerera.
- Vilken siktsträcka, med bibehållen orienteringsförmåga vid insats, som kan accepteras.
- Vilka brandtekniska krav som bör ställas på bärverk.

Inledningsvis i arbetet togs ett vidare tidsbegrepp fram för de identifierade riskområdena. Detta tidsbegrepp definierar den tid under vilken en inre insats i en byggnad kan förväntas ske. Först definierades tre deltider; larmtid, insatstid och aktionstid. Lägg dessa tre tider samman fås tid för total insats.

Tiden för total insats blir sedan det mått efter vilken byggnaden skall dimensioneras med avseende på räddningsmanskapets säkerhet under en invändig insats i byggnaden. Under denna tid skall insatsmiljön i byggnaden uppfylla ett antal kriterier för att den skall anses tillfredsställande säker. De kriterier detta arbete resulterat i presenteras i nedanstående tabell:

**Tabell:** Sammanfattning av kriterier

|   | <i>Accepterat värde</i>  |
|---|--|
| <b>Strålning</b>                                | Max. 3 kW/m <sup>2</sup><br><br>5 kW/m <sup>2</sup> kan accepteras under perioder på 10 minuter<br><i>eller</i><br>10 kW/m <sup>2</sup> under perioder på 5 minuter. |
| <b>Temperatur</b>                               | Max. 200°C<br><br>Kortare perioder på under 1 minut kan temperaturer upp till 300°C accepteras.  |
| <b>Siktsträcka i stora och komplexa lokaler</b> | Minst 3 meter.<br><br>Om geometrin anses okomplicerad kan kortare siktsträcka än 3 meter accepteras.   |

Under den tid som kriterierna för en tillfredsställande insatsmiljö för räddningsmanskabet måste uppfyllas, skall byggnaden även behålla bärförmågan. Risken för nedfallande byggnadsdelar under denna tid får inte heller vara sådan att det utgör en fara för räddningsmanskabet.

Eftersom det inte kan anses samhällsekonomiskt försvarbart att dimensionera alla byggnader för en invändig insats skall detta inte vara ett generellt krav. Görs en bedömning av byggherren i samråd med sakkunniga, att en invändig insats ej är trolig behöver byggnaden inte dimensioneras för detta, så länge detta inte strider mot andra delar av BBR. Så kan vara fallet när en livräddande insats ej anses trolig och skydd av egendom inte anses nödvändig. Viktigt blir då att den brandskyddsdocumentation som tas fram klargör att byggnaden ej är dimensionerad för en inre insats. Lika viktigt är det att räddningstjänsten observerar denna information och håller sig uppdaterad på objekten i kommunen. Detta kan genomföras genom att upprätta en insatsplan för byggnaden som räddningstjänsten har tillgång till.

Även om invändig insats aldrig kan garanteras, kan den inte heller kategoriskt uteslutas i byggnader som ej är dimensionerade för detta. Är branden i ett sådant skede att räddningsledaren bedömer en invändig insats som möjlig, utan risk för räddningsmanskabet, skall så givetvis ske.

---

## Summary

The aim of this report has been to generate a number of criteria to define a satisfyingly safe environment for fire fighters. The purpose of these criteria is to facilitate for building contractors, fire safety consultants and others when conducting analytic design of buildings, in the aspect of fire fighter safety.

In order to get an appreciation for what criteria would be needed to define a satisfyingly safe environment for fire fighters, a risk analysis was performed. This analysis was carried out in form of a survey as well as more extensive interviews with representatives from Swedish Fire Brigades. The fields of interest that were identified for deeper studies were:

- The amount of time needed for operation inside a building.
- Tolerable levels of heat and radiation for fire fighters.
- Visibility, orientation and their effect on fire fighter operations.
- Load bearing capacity and risk of falling objects due to fire impact.

The work to define criteria for the identified risk areas was initiated by introducing a concept of time. This time measure specifies the amount of time that fire fighters are expected to operate inside a building. First, three individual time spans were defined; alarm-time, initiation-time and operational time. If these three are summed up the result will be the total amount of time needed for operations inside the building. This total time span will then be the measure after which the building should be designed, in regards of fire fighter safety. During this time span the conditions in the building must comply with a number of criteria in order to be considered reasonably safe. The criteria found to be acceptable are presented in the following table:

**Table** Summarizing table over the proposed criteria

|  | <b><i>Acceptance criteria</i></b>  |
|--|--|
| <b>Radiation</b>                               | Max. 3 kW/m <sup>2</sup><br><br>5 kW/m <sup>2</sup> is acceptable during a period of 10 minutes<br><i>or</i><br>10 kW/m <sup>2</sup> during a period of 5 minutes. |
| <b>Temperature</b>                             | Max. 200°C<br><br>During periods of time shorter than 1 minute temperatures up to 300°C can be accepted.   |
| <b>Visibility in large, complex facilities</b> | Min. 3 meters.<br><br>If the geometry of the building is considered to be uncomplicated, a visibility less than 3 meters can be accepted.                          |

---

During the time span defined above, the building also has to maintain its load bearing capacity. The risk of falling objects during this time span is not allowed to exceed a level that is considered hazardous to the fire fighters.

Since it is not defensible, from a socioeconomical point of view, to guarantee inner operations in every building, these criteria are not to be considered as a general requirement. If it has been concluded by the contractor, after consultation with experts in the field of fire safety, that operations inside the building are unlikely to be needed, the building does not have to meet these criteria. This can be the case when the need for rescue operations can be excluded, and there is no interest to preserve valuable property. However, this would have to be clearly stated in the fire protection documentation for the specific building. Of equal importance is that this information is available to and recognized by the fire brigade. They must also be updated on all buildings in the municipal.

Although inner operations cannot always be guaranteed, it cannot be categorically excluded for those buildings that are not projected for this either. If the fire scenario is in a phase when inner operations are still possible to perform without any risk to the fire fighters, naturally this should be done.

---

## Innehåll

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                          | <b>1</b>  |
| 1.1      | Syfte och mål                             | 1         |
| 1.2      | Målgrupp                                  | 2         |
| 1.3      | Avgränsningar                             | 2         |
| 1.4      | Problemställningar                        | 2         |
| <b>2</b> | <b>Metod</b>                              | <b>3</b>  |
| 2.1      | Vetenskapligt synsätt                     | 3         |
| 2.2      | Metoduppdelning                           | 4         |
| 2.2.1    | Enkätundersökning                         | 4         |
| 2.2.2    | Intervjuer och samtal                     | 4         |
| 2.2.3    | Litteraturgenomgång                       | 4         |
| <b>3</b> | <b>Enkät och intervjuer</b>               | <b>7</b>  |
| 3.1      | Redovisning av enkätsvar                  | 8         |
| 3.2      | Intervjuer                                | 11        |
| 3.2.1    | Resultat av intervjuerna                  | 12        |
| 3.3      | Enkät och intervjuanalys                  | 12        |
| <b>4</b> | <b>Bestämmelser</b>                       | <b>15</b> |
| 4.1      | Svenska regler                            | 15        |
| 4.1.1    | Boverkets byggregler 2006                 | 15        |
| 4.1.2    | Lag om skydd mot olyckor                  | 17        |
| 4.1.3    | Gamla Svenska regler och normer           | 17        |
| 4.2      | Norska regler                             | 18        |
| 4.3      | Danska regler                             | 18        |
| 4.4      | Brittiska regler                          | 19        |
| 4.5      | Amerikansk standard                       | 20        |
| 4.6      | Australiska regler                        | 21        |
| 4.6.1    | Kriterier                                 | 21        |
| 4.7      | Nya Zeeländska regler                     | 22        |
| 4.8      | Analys och sammanfattning av bestämmelser | 23        |
| <b>5</b> | <b>Insats</b>                             | <b>25</b> |
| 5.1      | Analys av insats                          | 27        |
| <b>6</b> | <b>Temperatur och strålning</b>           | <b>29</b> |
| 6.1      | Temperaturlöslimit                        | 29        |
| 6.2      | Strålningstolerans                        | 30        |
| 6.3      | Analys av temperatur och strålning        | 32        |
| <b>7</b> | <b>Sikt och orientering</b>               | <b>35</b> |
| 7.1      | Rökdykning                                | 35        |
| 7.2      | Sikt                                      | 35        |

---

---

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>7.3</b>  | <b>Orientering</b>  | <b>36</b> |
| <b>7.4</b>  | <b>Analys av sikt och orientering</b>                                   | <b>37</b> |
| <b>8</b>    | <b>Bärverk och nedfallande byggnadsdelar</b>                            | <b>39</b> |
| <b>8.1</b>  | <b>Överglasade atrier</b>   | <b>40</b> |
| <b>8.2</b>  | <b>Analys av bärverk och nedfallande byggnadsdelar</b>                  | <b>41</b> |
| <b>9</b>    | <b>Diskussion</b>   | <b>43</b> |
| <b>9.1</b>  | <b>Insats</b>   | <b>43</b> |
| <b>9.2</b>  | <b>Temperatur och strålning</b>   | <b>44</b> |
| <b>9.3</b>  | <b>Sikt och orientering</b>   | <b>45</b> |
| <b>9.4</b>  | <b>Bärverk och nedfallande byggnadsdelar</b>                            | <b>46</b> |
| 9.4.1       | Överglasade atrier  | 48        |
| <b>9.5</b>  | <b>Sammanfattande diskussion</b>  | <b>48</b> |
| <b>10</b>   | <b>Slutsatser</b>   | <b>51</b> |
| <b>10.1</b> | <b>Insats</b>   | <b>51</b> |
| <b>10.2</b> | <b>Temperatur och strålning</b>   | <b>52</b> |
| <b>10.3</b> | <b>Sikt och orientering</b>   | <b>52</b> |
| <b>10.4</b> | <b>Bärverk och nedfallande byggnadsdelar</b>                            | <b>53</b> |
| <b>10.5</b> | <b>Sammanfattande slutsatser</b>  | <b>54</b> |
|             | <b>Referenser</b>   | <b>55</b> |
|             | <b>Bilaga A – Enkäten</b>   | <b>59</b> |
|             | <b>Bilaga B – Sammanställning av fritextsvaren i enkäten</b>            | <b>63</b> |
|             | <b>Bilaga C – Sammanställning av flervalssvaren i enkäten</b>           | <b>69</b> |
|             | <b>Bilaga D – Sammanställning av genomförda intervjuer</b>              | <b>75</b> |
|             | <b>Bilaga E – Flödesschema från FBIM</b>                                | <b>79</b> |
|             | <b>Bilaga F – Australiska kriterier</b>                                 | <b>81</b> |
|             | <b>Bilaga G – Insattider och grupper</b>                                | <b>83</b> |
|             | <b>Bilaga H – Redovisning av skyddsdräkter och deras skyddsfaktorer</b> | <b>85</b> |
|             | <b>Bilaga I – Mätdata från släckförsök vid brand i stor lokal</b>       | <b>87</b> |

---

## 1 Inledning

Införandet av funktionsbaserade byggregler i Sverige 1994, Boverkets Byggregler (BBR) (*BFS 1993:57*), innebar större friheter och möjligheter gällande utformning av byggnader. Även brandskyddet påverkades av dessa nya byggregler. I och med att detaljregleringen upphörde och systemens funktion sattes i fokus gavs möjligheten till nya, objektsspecifika, lösningar med samma skyddsnivå som tidigare.

Ett krav som ställs på byggnader är att räddningsmanskaps säkerhet vid insats skall beaktas. Om en förenklad dimensionering av byggnaden utförs där inga krav i BBR frångås, anses detta vara uppfyllt. Frågan är vad som händer när en byggnad dimensioneras analytiskt, och vilka krav som då skall gälla på detta område .

Om parallellen dras till tillfredsställande utrymning finns det tydliga kriterier i BBR för vad som kännetecknar en sådan. Följden av dessa kriterier är att det lättare går att, på ett objektivt sätt, visa om utrymningssäkerheten beaktats tillfredsställande eller ej. För räddningsmanskaps säkerhet saknas liknande kriterier däremot helt.

Avsaknaden av kriterier innebär att det blir helt upp till byggherren, ofta i samråd med sakkunniga på området, att bedöma hur byggnaden skall uppföras för att räddningsmanskaps säkerhet skall anses beaktad.

Ett behov finns för att ta fram kriterier för vad som utgör en tillfredsställande säker miljö för räddningstjänsten vid invändig insats. Tillsammans med dessa vore det även önskvärt med riktlinjer för när kriterierna skall uppfyllas vid byggnadsprojektering. Sådana riktlinjer kunde peka ut faktorer som styr när en invändig insats i en byggnad skall vara ett krav, och när det inte anses nödvändigt. Om detta fanns, skulle säkerheten för räddningsmanskaps vara mindre beroende av vem som projekterat byggnaden.

Följaktligen ligger det i allas intresse att ta fram kriterier angående räddningsmanskaps säkerhet. Räddningstjänsten skulle då få en tydligare bild av vilka krav som kan ställas på insatsmiljön i en byggnad. Fördelen för projektören blir att denne kan visa på att de funktionskrav som finns uppfylls.

### 1.1 Syfte och mål

Rapporten har som mål att ta fram kriterier för vad som kännetecknar en säker insatsmiljö för räddningstjänstpersonalen.

Syftet med dessa kriterier som tas fram i rapporten är att de skall kunna användas av byggprojektörer, brandskyddskonsulter, fastighetsägare med flera vid analytisk dimensionering, så att räddningsmanskaps säkerhet under insats i byggnad kan beaktas redan vid projektering.

## 1.2 Målgrupp

Rapportens målgrupp är framför allt brandskyddskonsulter som arbetar med att dimensionera byggnader analytiskt. Även brandingenjörer under utbildning utgör en målgrupp då de i stor utsträckning kan förväntas komma i kontakt med analytisk dimensionering av byggnader, både under studierna och i sitt framtida yrkesliv.

Övriga yrkesgrupper som anses kunna dra nytta av rapporten är till exempel räddningstjänstpersonal som kan ha som uppgift att agera sakkunnig vid byggsamråd.

## 1.3 Avgränsningar

Utrymning av människor tas inte upp i denna rapport. Omständigheter såsom framkörningsvägar och lokalisering av byggnader behandlas heller inte. Dimensionerande bränder behandlas inte på djupet i denna rapport. Rapporten behandlar inte förhållanden efter övertändning inom brandcellen. Tid till övertändning behandlas inte i rapporten.

Rapporten fokuserar på stora lokaler, överglasade atrier och underjordsanläggningar då de bäst representerar riskerna för räddningstjänstens personal, och det är i dessa objekt som analytisk dimensionering förekommer mest.

## 1.4 Problemställningar

Frågeställningarna och problemen som denna rapport kommer att fokusera på är följande:

- Identifiera och analysera de, för räddningstjänsten, största byggnadstekniska riskerna under insats.
- Att ta fram kriterier för hur räddningsmanskapets säkerhet vid insats i byggnad ska beaktas vid analytisk dimensionering.
- Behov av insatsplaner.



## 2 Metod

Kapitlet behandlar de metoder som använts i rapporten för att nå fram till de slutliga resultaten.

### 2.1 Vetenskapligt synsätt

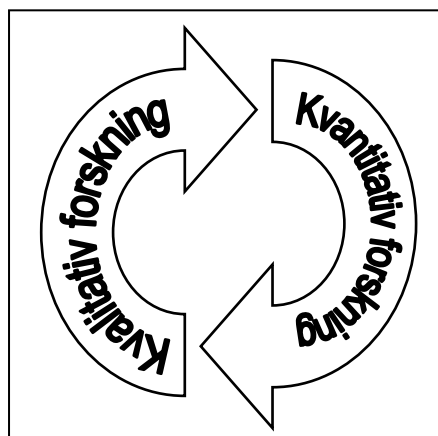
Inledningsvis definieras vad som kännetecknar de två vetenskapliga ansatser som används i denna rapport. Dessa två är empiristisk atomism (kvantitativa metoder) samt empiristisk holism (kvalitativa metoder). Båda ansatserna utgår från att kunskap fås genom att studera verkligheten och dra slutsatser från denna - empirism.

Skillnaden i de två ansatserna är att ett atomistiskt synsätt innebär att summan av delarna alltid är lika med summan av det hela. Ett holistiskt synsätt anser däremot att summan av det hela är större än summan av delarna. (Gunnarsson, 2007)

Enkelt uttryckt kan kvalitativa metoder anses svara på frågorna när, hur och varför. Observation av verkligheten genom datainsamling sker, i kvalitativ forskning, simultant med analysen av den insamlade datan för att hela tiden kontrollera att den resulterande hypotesen stämmer med verkligheten. (Högskoleverket, 2007)

Kvantitativa metoder svarar snarare på frågor som hur mycket och hur många. För att testa sin hypotes med en kvantitativ metodik samlas observationer in och jämförs, ofta statistiskt, mot den på förhand formulerade hypotesen. (Högskoleverket, 2007)

Kvantitativ och kvalitativ forskning har traditionellt sett varit uppdelad i två olika läger där förespråkarna för respektive synsätt ansett att de två inte är förenliga med varandra. På senare år har de dock närmast sig varandra och idag anses snarare att de två ansatserna kompletterar varandra och ingår i en vetenskapsteoretisk cirkel. Detta innebär att problem beskrivs och hypoteser bildas på ett kvalitativt sätt. Dessa teorier testas sedan mot verkligheten kvantitativt för att kunna leda till nya frågeställningar som på nytt analyseras kvalitativt, och cirkeln rullar på så sätt vidare. (Gunnarsson, 2007)



Figur 2.1 Den vetenskapsteoretiska cirkeln. Illustration Liljedahl (2007)

## 2.2 Metoduppdelning

Huvudsakligen är denna rapport kvalitativt utförd och utgår således från en frågeställning och inte en hypotes. Frågeställningen är hur räddningsmanskapets säkerhet under insats ska beaktas vid analytisk dimensionering av byggnader. Den resulterande hypotesen blir sedan de slutsatser som presenteras i kapitel 10. Bryts rapporten ner i sina huvuddelar blir de individuella metoder som använts följande:

- Enkätundersökning hos olika räddningstjänster.
- Personliga intervjuer med verksamma brandingenjörer på olika räddningstjänster.
- Studier av svenska och utländska byggnadsregler, samt vetenskaplig litteratur över de för rapporten aktuella kunskapsområdena.
- Resonemang med räddningstjänstpersonal och konsulter inom branschen.

### 2.2.1 Enkätundersökning

Inledningsvis i projektet skickades en enkät ut till ett antal räddningstjänster i landet. Enkäten var utformad för att ta reda på vilka risker som räddningstjänsten anser är störst för räddningsmanskapet. Speciellt i samband med insats i objekt av typen stora lokaler (lager, stormarknader, etc.), överglasade atrium och underjordsanläggningar. Att dessa typer av objekt valts ut för enkätundersökningen beror på att de anses representera byggnader där de största byggnadsrelaterade riskerna för insatspersonalen kan uppstå. Dessutom är det vid projektering av dessa typer av byggnader som analytisk dimensionering och alternativ utformning tillämpas oftast.

Resultaten från enkäten genomgick sedan en kvantitativ analys för att identifiera de allmänna åsikterna och erfarenheterna hos räddningstjänsten. Resultaten av denna analys presenteras i form av en sammanställning där de vanligast förekommande svaren sedan ligger till grund för den vidare bearbetningen av de olika riskområdena.

### 2.2.2 Intervjuer och samtal

Efter sammanställningen av enkätsvaren genomfördes kvalitativa intervjuer med representanter för den operativa räddningstjänsten. I intervjuerna kontrollerades de slutsatser som dragits från enkätsvaren, samt rimligheten i de observerade riskkällorna. Tillfälle togs även att diskutera åsikter som uppfattats i vissa svar från enkäten, men som inte förekommit i sådan utsträckning att direkta slutsatser kunnat dras.

Utöver dessa intervjuer har samtal kontinuerligt förts med räddningstjänstpersonal, brandskyddskonsulter och övriga sakkunniga. Områden där särskilt sakkunniga har konsulterats är till exempel värmepåverkan, larmställsutveckling, rökdykning med mera. Samtalen och konsultationerna har tjänat både som informationskällor samt ett sätt att kontinuerligt pröva hypoteser och slutsatser som utkristalliserats under arbetets gång.

### 2.2.3 Litteraturgenomgång

Litteraturgenomgången utfördes i huvudsak kvalitativt. Den hade till syfte att identifiera forskning som utförts på de områden som av räddningstjänsten uppfattades som de största

riskkällorna. När forskningsrapporter och artiklar samlats in har resultaten från dessa genomgått en analys för att kunna dra slutsatser angående kriterier och gränsvärden.

Den del av litteraturgenomgången som kan anses både kvalitativ och kvantitativ är genomgången av byggregler. Här har analysen resulterat i en sammanställning av hur olika länder ser på vilka byggnadstekniska åtgärder som krävs för att räddningsmanskaptets säkerhet skall anses beaktad. Denna sammanställning kan anses semikvantitativ eftersom den försöker ge en generell bild av läget i de olika länderna även om urvalet inte är tillräckligt stort för att tillåta en samlad statistisk analys att dra slutsatser ifrån.



### 3 Enkät och intervjuer

I maj 2007 skickades en enkät ut till 22 olika räddningstjänster i Sverige för att identifiera möjliga risker som räddningstjänsten anser vara de största. Även önskemål på insatsplaner och byggnadstekniska krav undersöktes. Enkäten granskades av Per-Erik Isberg, universitetsadjunkt Statistiska institutionen Lunds universitet, för att säkerställa kvalitén på frågorna och enkätens uppbyggnad.

Första delen av enkäten ställde frågor av följande typ:

- Om de tillfrågade hade varit med om insats i någon av objektstyperna lager, underjordsanläggningar eller överglasade atrier?
- Om det vid dessa insatser uppstått risker för räddningspersonalen och hur detta löstes?
- Vilka risker som de tillfrågade ansåg som de största för varje objektstyp, oavsett om de varit med om insats i objektstypen eller ej?

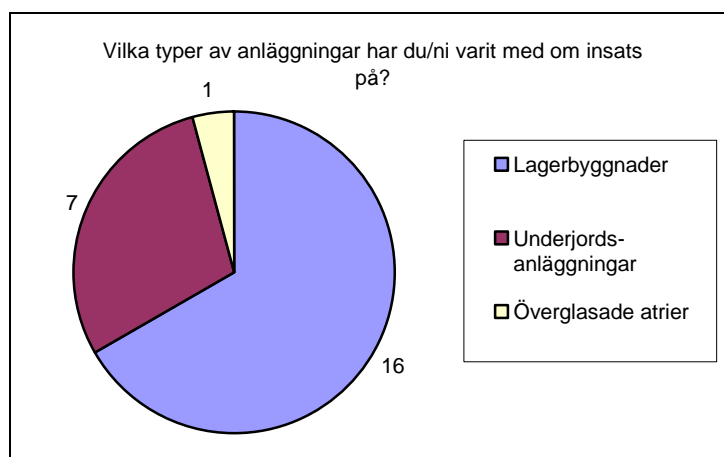
I den andra delen av enkäten ställdes en fråga om det fanns önskemål på byggnadstekniska krav att ställa på byggnader i framtiden. Där ställdes även frågor om befintlighet och behov av insatsplaner på de aktuella objektstyperna i respektive kommun. För den fullständiga enkäten och samtliga frågor som ingick hänvisas till Bilaga A.

Vidare har intervjuer genomförts med representanter från tre olika räddningstjänster i Stockholmsområdet. Intervjuerna genomfördes efter att svaren från enkäten sammanställts och slutsatser från dessa dragits. Intervjuerna hölls därför inte i form av utfrågningar utan snarare som en aktiv dialog med de intervjuade angående resultaten från enkäten. Syftet med intervjumetodiken var att få en mer nyanserad bild av de identifierade riskkällorna. Resultaten från intervjuerna redovisas i kapitel 3.2.

### 3.1 Redovisning av enkätsvar

I detta kapitel redovisas resultaten från enkäten. I de fall fritextsvar har förekommit har en gemensam nämnare för varje frågeställning sökts. För en fullständig redovisning av samtliga inkomna enkätsvar hänvisas till Bilaga B och Bilaga C.

Bland de 22 inkomna enkätsvaren var det 17 stycken som angav att de varit med om en brand i någon av de aktuella objektstyperna. Fördelningen mellan objektstyper enkättagarna varit med om insats i visas i figur 3.1. I en del enkätsvar har flera objektstyper angetts.

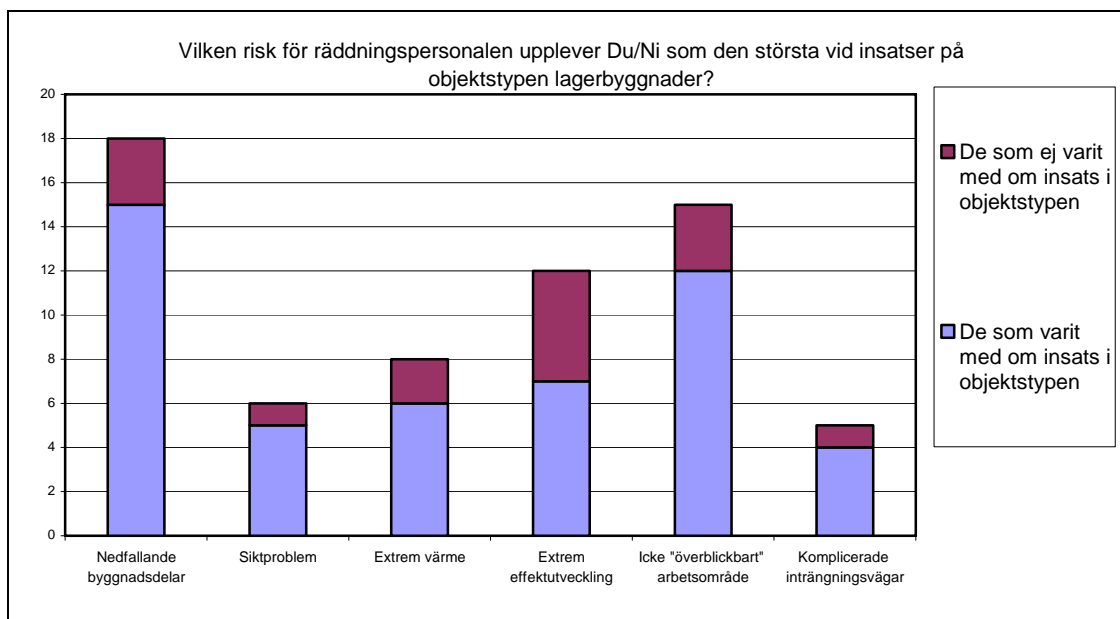


Figur 3.1 Diagram över objektstyper där insats skett

På frågan om risker uppstått vid insats i stora lokaler, samt följdfrågan vad som hände och hur det åtgärdades, framkom att nedfallande föremål och byggnadskollaps är de risker som ansetts störst. De taktiska åtgärder som vidtagits vid de tillfällen byggnadskollaps riskerats är uteslutande reträtt och omgruppering av insatspersonal för utvändig släckning av byggnaden.

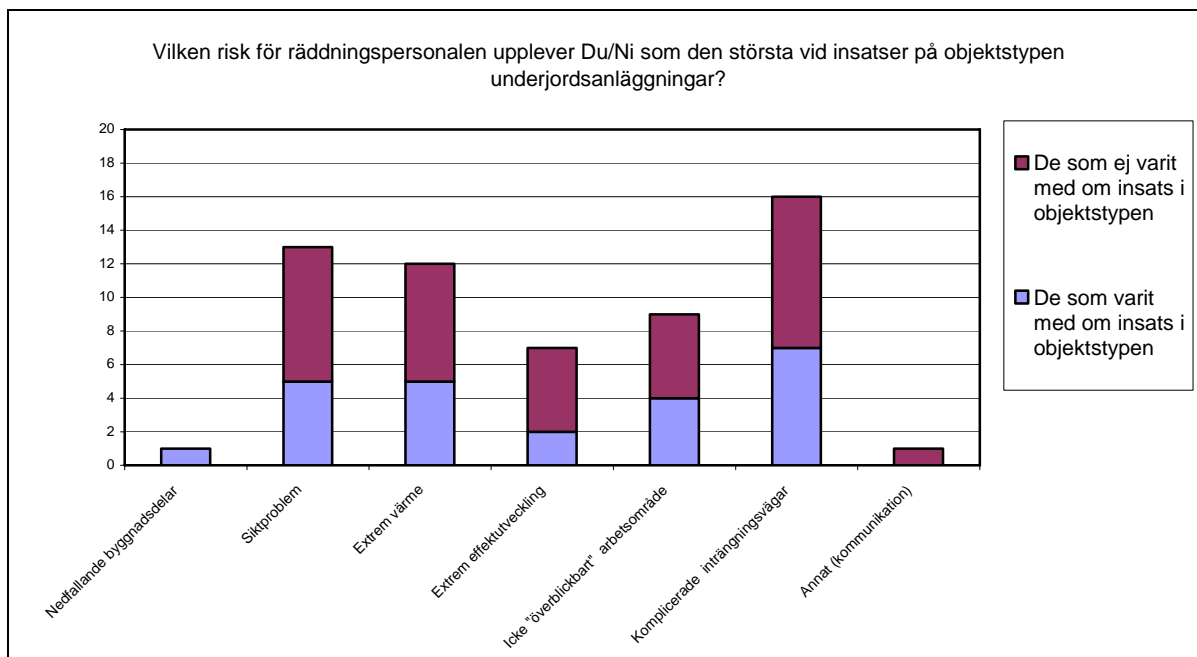
Hos de enkättagarna som varit med om insatser både i stora byggnader och underjordsanläggningar har följande noterats. Under insats i underjordsanläggning har nedfallande byggnadsdelar, värmepåverkan, undermålig sikt och långa inträngningsvägar varit de problem och risker som uppstått. I dessa fall har det varit lite svårare att tydligt se vilka åtgärder som vidtagits för att främja säkerheten för insatspersonalen. Det som framkommit är att reträtt och utvändig släckning tillämpats, samt att ventilering av utrymmena varit aktuellt i de flesta fall. Ventileringen har skett både med fasta installationer i byggnaden samt i form av övertrycksventilering med egen utrustning.

Gällande frågan om vilken/vilka olika byggnadsrelaterade risker som bedöms vara de största för räddningstjänsten vid insats i de respektive objektstyperna fördelade sig svaren enligt diagrammen i figur 3.2-4. I diagrammen har markeringar gjorts för att särskilja svaren från de som varit med om insats på de aktuella objektstyperna och de som inte varit med om insats. Detta för att se om det var någon skillnad i riskbedömningen. För objektstypen lagerbyggnader kan konstateras att de som varit med om insats på objektstypen anser att nedfallande byggnadsdelar och ett icke överblickbart arbetsområde är de största riskerna. Medan de som inte varit med om insats i objektstypen bedömer en hög effektutveckling som den största risken för räddningsmanskapet.



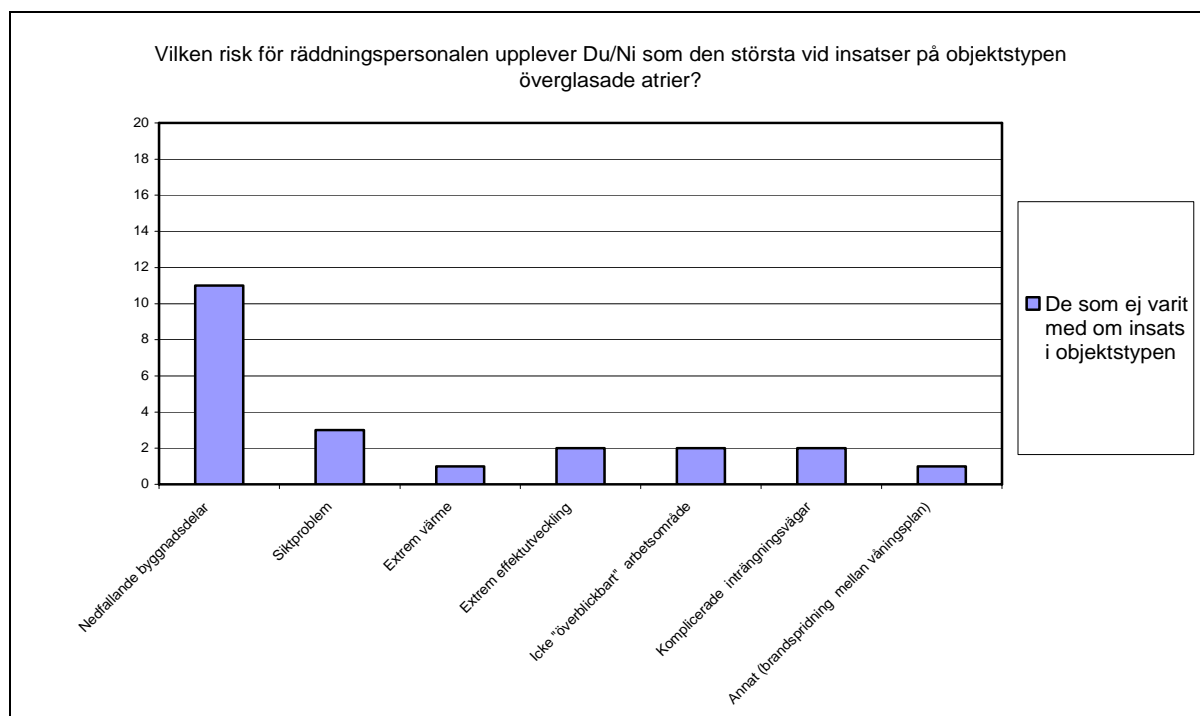
Figur 3.2 Fördelning av de risker som anses störst vid insats i lagerbyggnader

För underjordsanläggningar kan ingen större skillnad i svaren påvisas från enkättagarna som varit med om insats och de som inte varit med om insats. Här illustreras i figur 3.3 att de risker som anses störst är komplicerade inträngningsvägar, siktproblem och extrem värme.



Figur 3.3 Fördelning av de risker som anses störst vid insats i underjordsanläggningar

Eftersom enbart en medverkande i undersökningen angett att han/hon varit med om insats i överglasat atrium kan ingen jämförelse göras där. Vad som däremot framkommer enligt diagrammet i figur 3.4 är att nedfallande byggnadsdelar bedöms vara den största risken vid insats.



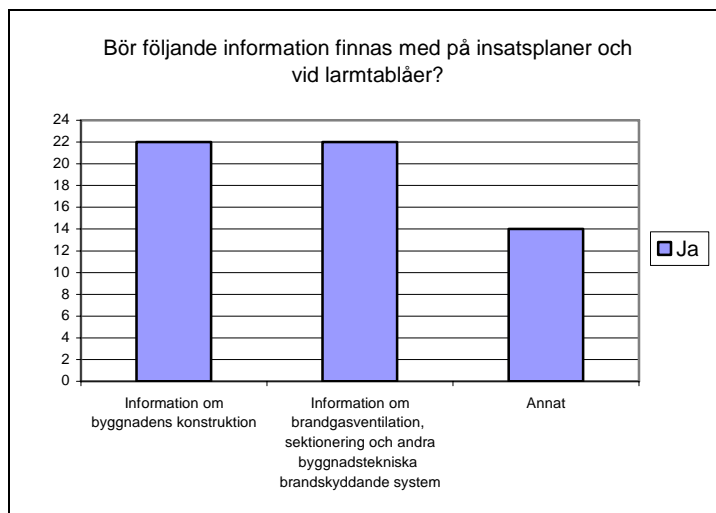
**Figur 3.4** Fördelning av de risker som anses störst vid insats i överglasade atrier

På frågan om skäligen önskemål på byggnadstekniska krav med avseende på insatspersonalens säkerhet har främst krav på brandgasventilation, sprinkler och bärverk föreslagits. Framför allt vill räddningstjänsten att sprinkler oftare finns installerade i byggnadstyperna som avses i enkäten. Därefter framstår krav på bärverket som en stor punkt på listan. Bärverkskraven i detta fall avser framför allt krav på Br3 byggnader, där inget krav på bärverket finns idag. Br3 byggnader beskrivs mer i detalj i *Brandkydd i boverkets byggregler (Fallqvist m.fl. 2005)*.

Frågorna kring insatsplaners förekomst på de aktuella objektstyperna gav entydiga svar. Enbart en av de tillfrågade angav att insatsplan finns tillgänglig på samtliga aktuella objekt i kommunen, medan hela 18 stycken ansåg att det borde finnas.

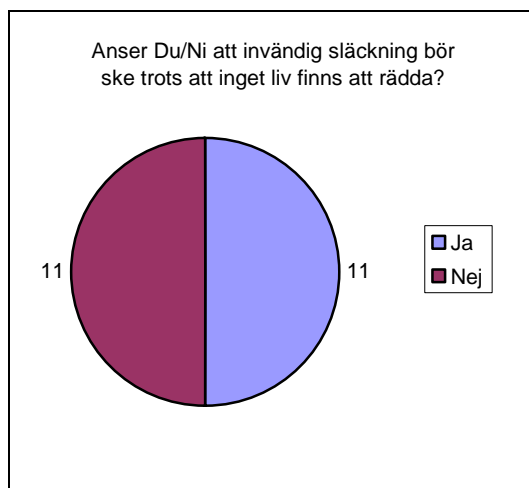


Frågan om vilken information som bör finnas med på insatsplaner för de typer av objekt enkäten fokuserade på besvarades med stor enighet. Som framgår i figur 3.5 har samtliga enkätdeltagare ansett att information angående byggnadens konstruktion och brandskyddande system ska finnas på insatsplanen. Ytterligare förslag på relevant information har inkommit men ingen samstämmighet har kunnat utläsas ur dessa förslag.

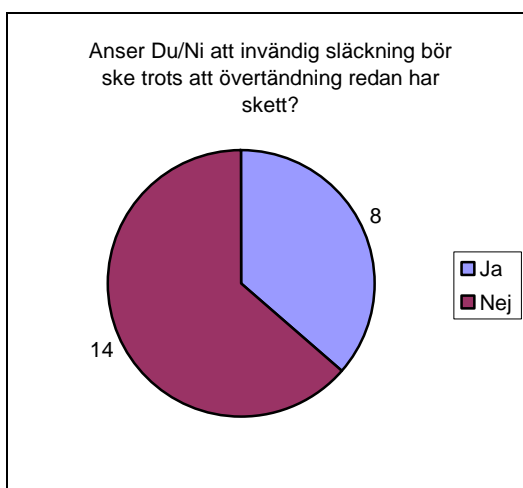


Figur 3.5 Önskemål över vad som skall finnas med på en insatsplan

På frågorna om när invändig insats bör ske anser hälften av de tillfrågade att invändig släckning bör ske även om inget liv finns att rädda, och något färre om övertändning redan skett. Detta visas i figur 3.6 respektive figur 3.7.



Figur 3.6 Fördelning av åsikter om invändig insats bör ske även om liv ej finns att rädda



Figur 3.7 Fördelning av åsikter om invändig insats bör ske även om övertändning redan skett

## 3.2 Intervjuer

Intervjuer med representanter för tre olika räddningstjänster har genomförts för att komplettera enkäten. Personerna som intervjuats är Fredrik Wikström, brandingenjör Brandkåren Attunda, Torwald Snickars, överingenjör Stockholms Brandförsvaret och Stefan Wesley, brandingenjör Nacka Brandförsvaret. I kapitel 3.2.1 följer en kortare sammanfattning av åsikterna som de intervjuade personerna gav uttryck för. Ytterligare åsikter som framkom vid intervjuerna redovisas i Bilaga D.

### 3.2.1 Resultat av intervjuerna

Av de tre räddningstjänstrepresentanterna som intervjuats ansåg samtliga att höga temperaturer och nedfallande föremål är det som framför allt utgör en risk för insatspersonalen. Vidare framhölls att orienteringsförmågan är en viktig parameter under insats.

Vid en eventuell invändig insats framhölls att om inget liv står att rädda, och insatspersonalens säkerhet inte kan garanteras, så skall ej invändig insats ske. En av de intervjuade uttryckte specifikt att räddningstjänsten enbart bör ägna sig åt begränsande släckningsarbete i ett sådant läge.

### 3.3 Enkät och intervjuanalys

Tillförlitligheten i enkätsvaren bedöms vara god. Samtliga deltagare har haft relevanta befattningar och representerat olika befälsnivåer inom räddningstjänsten. De räddningstjänster som bidragit med svar representerar geografiskt sett Sverige mycket bra. För anonymitetens skull redovisas dock inte vilka räddningstjänster som deltagit. Även de personer som intervjuats anses ha både relevant utbildning och erfarenhet då de tre speciellt rekommenderats för uppgiften av branschpersonal.

Med hänsyn till enkätens utformning med både fritextsvar och flervalssvar anses de deltagande inte ha påverkats av de antaganden som gjorts i samband med enkätens utformning. I de efterföljande intervjuerna gavs dessutom responsen att det var rimligt att anta att de utvalda objektstyperna var relevanta för rapportens syfte.

Resultaten av enkäten och intervjuerna har utgjort grunden för att kunna identifiera de risker räddningsmanskapat upplever som störst under en insats. I intervjuerna som sedan genomfördes kontrollerades de slutsatser som dragits utifrån de inkomna enkätsvaren, samt hölls diskussioner angående lösningsförslag och vidare tankegångar. En sammanställande analys av både enkätsvaren och intervjuresultaten har sedan genomförts.

Resultaten i enkätundersökningen visar att det i samtliga fall är risk för nedfallande byggnadsdelar och byggnadskollaps som upplevs som de största riskerna. Stora byggnader och överglasade atrium är byggnadstyper som är överrepresenterade inom den kategorin. Detta bekräftas även i intervjuerna. Dessutom framkommer att i underjordsanläggningar är det siktproblem och värmepåverkan som är de största riskerna.

Enkäten visar även på ett behov av att utveckla informationen och användningen av insatsplaner som ett stöd för räddningstjänsten vid insats. Detta både för att underlätta orientering i objektet, samt att snabbt få en överblick över särskilda risker.

Huruvida en invändig insats skall ske eller ej när övertändning har skett finns ingen tydlig samlad åsikt om. Att invändig insats inte skall ske om insatsmiljön för räddningsmanskapat ej anses säker framkom dock klart.

Således tas följande problemställningar med i rapporten för analys i efterföljande kapitel:

- Under vilken tidsperiod i ett brandförlopp en invändig insats kan förväntas ske.
- Vilken strålnings- och värmepåverkan som räddningsmanskapet kan tolerera.
- Vilken siktsträcka, med bibehållen orienteringsförmåga vid insats, som kan accepteras.
- Vilka brandtekniska krav som bör ställas på bärverk.



## 4 Bestämmelser

Kapitlet redovisar lagar, regler, standarder och kriterier från olika länder och organisationer. Syftet med genomgången är att få en bild av vad som finns, samt skapa en bas av kunskap från olika instanser. Denna information ligger sedan till grund för det fortsatta arbetet.

Enbart de delar av regelverken som direkt berör räddningsmanskaps säkerhet vid insats behandlas. Givetvis finns det fler aspekter som ställer krav på den brandtekniska projekteringen av en byggnad men de faller utanför avgränsningarna i denna rapport.

### 4.1 Svenska regler

Svenska regelsystem är uppbyggda av lagar, förordningar och föreskrifter. Lagarna är överordnade förordningar och förordningarna överordnade föreskrifterna. Samtliga dessa innehåller tvingande regler som *skall* följas. För att utfärda föreskrifter och förordningar krävs bemyndigande från regeringen.

Utöver detta kan även allmänna råd ges ut. Allmänna råd kräver inget bemyndigande och är ej heller tvingande, de anger enbart sätt att uppfylla sådana regler som anges i lagar, förordningar och föreskrifter.

Förordningen som är överordnad BBR, *Förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnader m.m.*, anger att ett av kraven som ställs på en byggnad är:

*”Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att räddningsmanskaps säkerhet vid brand beaktas.”*

#### 4.1.1 Boverkets byggregler 2006

Läsanvisningarna till BBR i *Regelsamling för byggregler (2006)* visar på kapitlet som behandlar bärförmåga vid brand och brandcellsindelning med avseende på insatspersonalens säkerhet. Vid en kortare telefonintervju med Anders Johansson (2007) på Boverket (ansvarig myndighet för BBR) hänvisar även Johansson till dessa kapitel när det handlar om just räddningsmanskaps säkerhet. Johansson påpekar att räddningsmanskaps säkerhet beaktas om BBR följs. Detta trots att det inte uttryckligen står något om hur räddningsmanskaps säkerhet anses beaktad i BBR. Johansson menar även att avsnitt 5:9, som handlar om anordningar för brandsläckning finns för att insatspersonalens säkerhet skall tryggas.

Avsnitt 5:81 i BBR som behandlar bärförmåga vid brand börjar med följande stycke:

*”Bärande konstruktioner skall utformas och dimensioneras så att säkerheten mot materialbrott och mot instabilitet i form av knäckning, vippning, buckling o.d., är betryggande vid brand och föreskriven last.” (BFS 1993:57)*

De följande styckena i samma avsnitt ger sedan möjligheten att göra avsteg från detta, och det anges att sammanstörtning av byggnadsdelar kan accepteras, om det kan påvisas att säkerheten för räddningsmanskaps säkerhet inte försämras. Innebörden blir att om de föreskrivna

kraven på bärverket uppfylls, anses säkerheten för räddningsmanskapet tillräcklig. I avsnitt 5:821 och 5:822 redovisas vilka bärverkskrav som gäller.

I det avsnitt i BBR som behandlar skydd mot brand- och brandgasspridning mellan brandceller, 5:5, står det:

*”Byggnader skall delas in i brandceller åtskilda av byggnadsdelar som hindrar spridning av brand och brandgas.” (BFS 1993:57)*

Detta är ett krav som anses vägledande för utrymningssäkerhet samt att möjliggöra för räddningstjänsten att göra en säker insats (*Brandskyddshandboken, 2005*).

Avsnitt 5:9 i BBR som explicit uttrycker att det behandlar anordningar för räddningstjänsten är uppdelat i underavdelningarna tillträdesväg, brandgasventilation, anordningar för manuell brandsläckning och åtkomlighet.

Delavsnittet om tillträdesväg (5:91) anger att, för byggnader i tre eller flera plan med vind, samt byggnader med källare under översta källarplanet, skall en säker tillträdesväg för räddningstjänsten finnas. Både i avsnitt 5:91 och 5:315 anges att dessa typer av inträngningsvägar skall utformas så att en insats via dem ej sätter den brandhärjade lokalen i förbindelse med några utrymningsvägar.

Avsnittet som handlar om brandgasventilation (5:92) som anordning för räddningstjänsten behandlar återigen främst källare och vind. Det står i texten att sådana utrymnen skall förses med brandgasventilation. När det gäller vind finns dock kravet enbart om den går att använda som förvaringsutrymme. Även trapphus i Br1 byggnader har krav på brandgasventilation.

Anordningar för manuell brandsläckning som omskrivs i avsnitt 5:93 är inomhusbrandposter och stigarledningar. I det råd som finns i avsnittet anges att:

*”I utrymnen där brand kan förväntas få snabb spridning, få mycket stor intensitet och medföra stora risker för personskador bör inomhusbrandposter finnas.” (BFS 1993:57)*

Senare i samma råd står sen även att avsteg får göras om lokalen är sprinklad eftersom ovanstående scenario då inte anses troligt. Gällande stigarledningar finns ett krav på att sådana skall finnas i byggnader över åtta våningar.

## 4.1.2 Lag om skydd mot olyckor

I *Lag (2003:778) om skydd mot olyckor* står det i 2§ och 3§ 2 kap. att:

2 § ”Ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar skall i skälig omfattning hålla utrustning för släckning av brand och för livräddning vid brand eller annan olycka och i övrigt vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand”

3 § ”Ägare av byggnader eller andra anläggningar, där det med hänsyn till risken för brand eller konsekvenserna av brand bör ställas särskilda krav på en kontroll av brandskyddet, skall i skriftlig form lämna en redogörelse för brandskyddet.”

Detta avspeglas i BBR i avsnitt 5:12 där krav på framtagande av brandskyddsdocumentation ställs. Det finns inga absoluta krav på vad som skall ingå i en sådan eller hur det skall framställas. Råd finns dock att de brandtekniska klasser, brandcellsindelningar och brandtekniska installationer som finns representerade i byggnaden skall redovisas i dokumentationen.

## 4.1.3 Gamla Svenska regler och normer

Merparten av de nuvarande paragraferna i BBR som kan anses ha med räddningstjänstens säkerhet att göra härstammar från äldre byggregler. Till exempel står det i *Anvisningar till byggnadsstadgan (BABS 1960:1)* beskrivet att det krävs tillträde till vind, högre belägen än två våningar upp, med hjälp av trapphus. Även stigarledningar och behov av inomhusbrandposter omtalas i denna bok.

I *Svensk Byggnorm 67 (BABS 1967)* är det tillagt att samma tillträdeskrav som gäller för vind ska gälla för källare. I denna bok tillkom möjligheten att göra avsteg från t.ex. bärverkskrav och brandcellers storlek om sprinkleranläggning eller automatiskt brandlarm finns tillgängligt.

*Svensk Byggnorm 80 (PFS 1980:1)* var den norm som gällde innan funktionsbaserade byggregler infördes. Här finns, förutom de krav som finns kvar i BBR, krav på att industribyggnader alltid bör utrustas med brandgasventilation. Hänvisning finns då till föreskriften *Brandventilation för industri- och lagerbyggnader (1982)* om hur brandgasventilationen bör dimensioneras.

I kapitel 37:52 i *Svensk Byggnorm 80 (PFS 1980:1)* som behandlar släckanordningar fanns även möjligheten till avsteg vad det gäller brandcellers storlek om automatiskt brandlarm installeras. Oavsett om brandcellsindelningens syfte är skydd mot brandspridning inom eller mellan byggnader.

Kapitel 37:0 Ombyggnad i *Svensk Byggnorm 80 (PFS 1980:1)* säger att nybyggnadskraven skall gälla även vid ombyggnad med avseende på brandstyrkans säkerhet, samt de boende i utrymningsavseende. Däremot kan strikta nybyggnadskrav på möjligheten att släcka och begränsa en brand ersättas så länge inte utrymningstryggheten och risken för brandspridning till angränsande byggnad försämras.

## 4.2 Norska regler

I den norska föreskriften, *Forskrift om krav till byggverk og produkter till byggverk (2007)*, finns ett avsnitt som heter tillträde för räddningsmanskap. I detta avsnitt fastslås dock enbart att räddningstjänsten ska ha tillträde fram till, och in i byggnaden, för att utföra räddnings- och släckningsarbete.

För att se hur räddningsmanskapets säkerhet vid insats ska beaktas vid projekteringen av en byggnad i Norge blir tillvägagångssättet istället att göra som i Sverige. Det vill säga utgå ifrån att om alla krav i föreskriften uppfylls har även räddningsmanskapets säkerhet beaktats.

I början av det kapitel som handlar om säkerhet vid brand delas byggnader in i brandklass och riskklass. Brandklassen är indelad i fyra olika nivåer efter konsekvenserna vid en eventuell brand, med avseende på liv, hälsa, och miljö.

Riskklassens sex olika nivåer tar hänsyn till verksamheten och personerna som förväntas befinna sig i byggnaden. Klassningen beror på om personerna kommer att befinna sig där enbart tillfälligt, om de har kännedom om lokalen, samt huruvida verksamheten enbart är till för vakna personer och om den kommer att vara av brandfarlig art eller ej.

Bärverkskraven utgår ifrån hur byggnaden har klassats enligt ovan nämnda system. Byggnader i de två lägsta brandklasserna behöver vara bärande tillräckligt länge för att tillgodose en utrymning, därtill en första livräddande insats av personer som ej lyckats ta sig ut i det fria själva. Tillhör dessutom byggnaden de två lägsta riskklassnivåerna behövs enbart tid för utrymning tillgodoses och ej invändig insats. Byggnader som har en högre brandklass skall dessutom vara bärande under ett fullständigt brandförlopp.

I avsnittet om antändning, utveckling och spridning av brand framgår att byggnaden skall utformas så att detta motverkas i tillräcklig utsträckning för att underlätta både utrymning och räddningsinsats. När motverkan av brandspridning beaktas skall särskild vikt läggas vid tid till övertändning, brandgasproduktion och värmeutveckling. Sektionering av byggnader skall ske i sådan utsträckning att vid en släckinsats med rimliga resurser, skall en brand kunna begränsas till den sektion där den startat.

## 4.3 Danska regler

I Danmark används en indelning som bygger på användarkategorier (1-6), där verksamheten i byggnaden bestämmer nivån på de byggnadstekniska kraven. Krav som regleras är bärverk, brandcellsindelningar, aktiva system med mera. Användarkategorierna tar även hänsyn till om det finns övernattande personer i byggnaden, eller om det är byggnader med dagverksamhet där personerna förväntas vistas enbart vid den tiden på dygnet.

Vad gäller säkerheten för insatspersonalen står det i inledningen av handboken *Brandsikring af byggeri (2005)*, att en byggnad med brandceller eller brandsektionering skall vara utförd så att en brand i byggnaden inte skall kunna spridas på ett sådant sätt att det medför en oacceptabel risk för människor, eller att räddningsmanskapets insatsmöjligheter försvåras.



Avsnitten där räddningstjänstens insatsmöjligheter behandlas tar ej upp specifikt vilka kriterier som kan gälla för en insats. Där tas istället områden som räddningsvägar, avstånd till byggnader, stigarledning, brand- och rökgasventilation, räddningshissar, centralappater, brandförvarstablåer, sprinklercentraler, samt markeringar för brandväggar upp.

När det gäller bärverk i de danska reglerna behandlas dessa separat för varje användarkategori. Byggnader i användarkategori 1, som innefattar industrier, kan ha olika krav på bärverket beroende på verksamhetstyp och våningsplan etc. Detta upprepas för samtliga användarkategorier. Angivna krav är inte direkt kopplade till insatspersonalens säkerhet, och det går inte att utläsa några specifika kriterier som tar hänsyn till detta.

Kraven gällande aktiva släcksystem såsom sprinkler och brandgasventilation varierar även dessa mellan kategorierna. Till exempel i användarkategori 1 skall sprinkler installeras om golvytan överstiger 1000 m<sup>2</sup> och ingen brandgasventilation finns, medan det i användarkategori 2, där bland annat skolor ingår, inte finns några krav alls på sprinkler eller brandgasventilation.

#### 4.4 Brittiska regler

Byggreglerna som finns i Storbritanniens regelverk *Building Regulations (2007)* är uppdelad i två delar beroende på vilka typer av byggnader som avses. Del ett behandlar främst bostäder, medan del två behandlar övriga typer av byggnader. De grundläggande funktionskraven på respektive byggnadstyp är desamma men anses uppfyllda på olika sätt.

Största skillnaden i de två dokumenten är att bostäder som behandlas i del ett generellt sett anses vara små byggnader. Resultatet blir att de krav som finns till för just räddningsmanskapets säkerhet blir mindre reglerade för bostadshus. En anledning till detta ligger i beskrivningen av vad som krävs i en bostad för att utrymnings säkerheten skall vara tryggad, nämligen att all utrymning ska kunna ske utan hjälp från räddningstjänsten. Därför anses en inre livräddande insats av räddningstjänsten inte lika trolig där. Eftersom denna rapport främst inriktar sig på byggnader andra än bostäder, är del två av de brittiska byggreglerna den som är aktuell.

I introduktionen till bärverksavsnittet anges tydligt att kraven på bibehållen bärförmåga vid brand finns till för skydd av människor, i och precis utanför en byggnad. Här innefattas räddningspersonalen under avsöknings- och räddningsinsatser. Likaså motiveras indelningen av en byggnad i brandsektioner av att en brand utgör ett större hot för räddningstjänsten desto större den är. Sektioneringen av byggnader skall i första hand därför göras för att hålla nere temperaturen i brandgaslagren.

Vilka krav som ställs på vilken byggnad, både vad det gäller bärverk och sektionering, beror på verksamheten i byggnaden. Kraven redovisas i en tabell för de sex olika verksamhetsgrupper som finns (precis som i de danska reglerna), med specifika krav på varje byggnadsdel och största tillåtna storlek på brandsektionerna. Det påpekas innan denna tabell presenteras att en noggrann bedömning måste göras om vilken kategori en byggnad skall klassas inom. Detta eftersom en eventuell framtida ändring i verksamhet kanske skulle ställa helt nya krav på byggnaden, speciellt då en förväntad brandbelastning ingår i bedömningen av vilken verksamhetsgrupp byggnaden tillhör. Bärverkskraven påverkas inom respektive grupp även av byggnadens höjd. Vidare sätts sektioneringsstorleken efter huruvida det finns sprinkler installerat eller ej.

Kraven som finns på tillgänglighet för räddningstjänsten inom byggnaden tar upp de fall, när inträngning via krävda utrymningsvägar inte anses vara tillräckliga för en med avseende på räddningspersonalen säker insats. Detta anses vara när byggnaden blir mer än 18 meter hög, eller när källaren i byggnaden sträcker sig mer än 10 meter ner under mark. Om så är fallet ställs krav på brandschakt med tillhörande brandsluss. Brandschakten skall vara utformade som ett trapphus, inklusive brandhiss, och skall vara avskilt från övriga utrymmen med väggar uppförda i REI 120. Ett brandschakt skall bereda tillträde till samtliga våningsplan det passerar.

Installationer som skall finnas för räddningsmanskabet är framför allt inre vattenledningar för släckvatten, och skall bland annat finnas i brandschakten. Inre vattenledningar skall även vara installerade när tillgängligheten för fordon i närheten av byggnaden inte uppfyller grundkraven.

I källare som överstiger 200m<sup>2</sup> i yta, och som befinner sig mer än tre meter under marken skall brandgasventilation finnas. Detta anges vara för att minska risken att värme och rök påverkar en eventuell räddningsinsats negativt. Om brandgasventilationen är utformad för naturlig ventilation skall rökluckorna placeras så högt som möjligt och ha en minsta sammanlagd yta på  $\frac{1}{40}$  av källarplanetets golvyta. Mekanisk ventilation kan tillåtas om källaren är sprinklad.

## 4.5 Amerikansk standard

I USA används bland annat den standard som tagits fram av National Fire Protection Association (*NFPA 5000 – Building Construction and Safety Code, 2006*). Ett antal kapitel i denna standard finns uppdelade för olika typer av byggnader. I varje kapitel redovisas sedan de krav som finns för varje typ av byggnad. Även olika byggnadsmaterial och installationer i byggnader finns reglerade i egna kapitel.

I kapitel fem behandlas alternativet att utforma byggnaden analytiskt. Om detta sker skall samtliga antaganden noggrant redovisas så att ansvarig myndighet ges möjlighet att granska projekteringen. I samma kapitel redovisas sedan de funktionskrav som byggnaden måste uppfylla vid analytisk dimensionering.

Ett av kraven som ska uppfyllas är att räddningsmanskabet skall kunna utföra sök- och livräddande uppgifter utan att strukturell kollaps riskeras under den tid så sker. Detta är det enda krav som ställs angående räddningsmanskaps säkerhet. Byggnaden skall även vara tillgänglig utifrån för räddningsmanskabet.

Viktiga parametrar vid dimensionering av byggnader enligt *NFPA 5000*, är att skydd av liv och egendom inte får bero på enbart ett system. Minst två skyddande system skall finnas så att ett av dessa kan falla utan att säkerheten äventyras. Vid analytisk dimensionering får däremot räddningstjänsten användas som ett system för att garantera att vissa funktionskrav uppfylls.

## 4.6 Australiska regler

I Australien används en metod, Fire Brigade Intervention Model, (*FBIM*, 2004), för att integrera räddningstjänstens behov och kriterier för säkerhet i byggnadsprocessen inom ramarna för funktionsbaserade regler. FBIM är baserat på ett projekt som utförts av the UK Home Office Fire Experimental Unit. Metoden är en händelsebaserad metod som utgår från tider för olika moment före och under en insats. FBIM definierar vad som kan inträffa, och hur sannolikt det är att det händer, under en brand i byggnad. Händelseförloppet innefattar allt från inkommet larm till dess att släckningsarbetet är utfört. Indata till FBIM är tider som uppmäts för olika delmoment för räddningstjänsten att utföra en total släckinsats på ett objekt. Tiderna som avses är följande:

Tid till:

- Inkommet larm
- Utlarmning av styrka
- Anländande till skadeplats
- Inhämtande av information på plats
- Bestämmande av strategi för insats

Tid för:

- Påbörjande av insats
- Livräddning och genomsökning
- Skydd mot exponering
- Brandsläckning
- Miljöskyddande uppgifter

I slutänden är det den totala insatstiden som sätter nivån för brandskyddet i byggnaden med avseende på insatspersonalens säkerhet. Innebörden är att byggnaden skall kunna stå emot en brand och inte kollapsa under denna tid. Vidare används FBIM för att ta fram tiden det tar för räddningstjänsten att nå en viss punkt i en byggnad för insats. Dessutom finns det fler områden och tillämpningar med metoden som inte tas upp i denna rapport. Flödesschemat för FBIM redovisas i Bilaga E.

### 4.6.1 Kriterier

I Australien används ett antal kriterier för hur länge insatspersonal kan vistas i ett brandrum givet olika parametrar som temperatur och strålning framtagna av the Home Office Fire Experimental Unit i Storbritannien. Detta ingår sedan som en del i FBIM som anger hur byggnaden ska projekteras med avseende på insatspersonalens säkerhet. Kriterierna finns redovisade i sin helhet i Bilaga F och sammanfattas i tabell 4.1. Kriterierna gäller 1,5 meter över golvnivå.

**Tabell 4.1** Australiska kriterier

| <i>Förhållanden</i> | <i>Max tid</i> | <i>Max lufttemp undre brandgaslager</i> | <i>Max strålning</i>    |
|---------------------|----------------|---|-------------------------|
| Rutinmässiga        | 25min          | 100°C                                   | 1 kW/m <sup>2</sup>     |
| Farliga             | 10min          | 120°C                                   | 3 kW/m <sup>2</sup>     |
| Extrema             | 1min           | 160°C                                   | 4-4,5 kW/m <sup>2</sup> |
| Kritiska            | <1min          | (280°C i övre brandgaslager)<br>>235°C  | >10kW/m <sup>2</sup>    |

## 4.7 Nya Zeeländska regler

Nya Zeeland har liksom många andra länder funktionsbaserade regler för ny-, om-, och tillbyggnad (*the Building Regulations NZ, 1992*). Avsnitten som behandlar detta sammanfattas nedan.

- Funktionskraven är att samtliga passiva och aktiva system som finns installerade i byggnaden ska uppfylla kraven så att räddningstjänsten kan utföra räddningsinsatser och ha kontroll över brandspridningen.
- Gällande brandspridning ska byggnaden kunna ge skydd för insatspersonal under insats. Vidare ska byggnaden vara försedd med säkerhetsanordningar mot brandspridning så att insatspersonal kan genomföra livräddning och skydda egendom.
- Gällande byggnadens stomstabilitet och bärförmåga under brand sägs att byggnaden ska bibehålla stabiliteten vid brand för att insatspersonal ska kunna utföra livräddning och släckarbete.

De Nya Zeeländska reglerna förklaras i *Compliance Documents for New Zealand Building Code Clauses C1, C2, C3, C4, Fire Safety, (2005)* som går in mer i detalj på förfarandet vid byggandet. Detta ger i sin tur den klassning som byggnaden skall uppföras i för att uppfylla kraven.

Nedanstående text är översatta utdrag i sammanfattning angående bärverk.

- För att uppnå de funktionsbaserade kraven skall stabiliteten av bärande komponenter brandklassas så att kollaps inte kan ske prematurt.
- Strukturen på byggnaden skall vid brand kunna motstå kollaps. Dessutom skall hänsyn tas till brandeffekter och temperaturer, samt laster som orsakas av branden.
- För att rätt klassning skall kunna ske tas även hänsyn till bland annat räddningstjänstens förmåga att göra en insats. Samt nivån på brandsäkerheten i byggnaden gällande brandlarm, sprinkler, ventilation, tillgång på vatten med mera.

## 4.8 Analys och sammanfattning av bestämmelser

Sammanfattningsvis kan sägas att, bortsett från de australiensiska, tar inga av de byggregler som studerats i rapporten upp vad som betecknar tillfredsställande säker insatsmiljö för räddningsmanskapet. Samtliga regler förlitar sig generellt sett, på att om kraven som ställs på bärverk och brandcellsindelning uppfylls tillsammans med de krav som finns för brandgasventilation så är räddningsmanskapets säkerhet beaktad.

Krav på bärverk går i de flesta bestämmelser ut på att byggnaden och dess beståndsdelar inte skall kollapsa till följd av brand under den tid det vistas människor i byggnaden. Här innefattas då även räddningsmanskapet under den tid de förutsätts göra en invändig insats i byggnaden. I USA är kravet på bibehållen bärförmåga dessutom det enda krav som finns för att beakta räddningsmanskapets säkerhet.

Undantaget när det gäller krav på bärverk är de norska reglerna där det finns definierat en kategori byggnader i vilka räddningstjänsten ej förväntas utföra en invändig insats. Sådana byggnader behöver ej heller dimensioneras så att de är bärande efter att fullständig utrymning skett.

Hur brandsektioneringen av en byggnad påverkar räddningsmanskapets säkerhet beskrivs bäst i de norska och brittiska byggreglerna. Här definieras nämligen att fokus skall ligga på att, i rimlig utsträckning, hålla nere temperaturen i byggnaden och undvika övertändning.

I Storbritannien slås även fast att behov av brandgasventilation kommer av att värme och rök kan orsaka risker för räddningsmanskapet vid insats. Uttalade krav på brandgasventilation finns dock enbart i källare över en viss storlek. I Danmark finns krav på att vissa kategorier av byggnader där en hög brandbelastning kan förväntas, skall brandgasventileras om byggnaden överstiger en viss yta och inte är försedd med sprinkler. Även i Sverige fanns en gång inskrivet i byggreglerna att brandgasventilation bör finnas i industri- och lagerlokaler. Ett sådant krav kan antas bero på den höga brandbelastningen, vilken kan generera orimligt höga temperaturer för räddningsmanskapet att arbeta i.

Den uppenbara fråga som framstår efter en genomgång av redovisade regelverk, blir vad som händer när analytisk dimensionering tillämpas, och hur det går att påvisa att säkerheten för räddningsmanskapet ej försämrats när den analytiska dimensioneringen utförts.

I Australien finns det framtagna kriterier för vad som betecknar en säker insatsmiljö för räddningspersonalen gällande temperatur och strålning vid analytisk dimensionering. Kriterierna kompletteras sedan med den modell (FBIM) som tagits fram i England för att få fram en tid under vilken räddningstjänsten kan förutsättas utföra en insats i byggnaden. Dessa kriterier och FBIM tillsammans ger en tydlig anvisning på vilka funktionskrav som måste uppfyllas av byggnaden, och under vilken given tid som kraven skall uppfyllas. Detta kan liknas med de råd som finns i avsnitt 5:361 i BBR gällande analytisk dimensionering av byggnader med avseende på utrymnings säkerheten.



## 5 Insats

En insats kan innebära många saker för räddningstjänsten. En insats definieras i denna rapport som det arbete räddningstjänsten förväntas utföra vid konstaterad brand i en byggnad. Vid en insats i en byggnad ingår samtliga arbetsmoment som krävs för att rädda liv, egendom och miljö. I rapporten antas att rökdykare är utrustade med fullgod personlig skyddsutrustning omfattande larmställ, tryckluftsapparat med andningsskydd, samt säkert släckvatten.

I *Lagen om skydd mot olyckor (Dryselius m.fl., 2004)* sammanfattas de nationella målen för räddningsinsats. De två nationella mål som är aktuella i denna rapport är:

*”Att i hela landet bereda människors liv och hälsa samt egendom och miljö ett med hänsyn till de lokala förhållandena tillfredsställande och likvärdigt skydd.”*

*”Räddningstjänsten skall planeras och organiseras så att räddningsinsatser kan genomföras inom godtagbar tid och på ett effektivt sätt.”*

För att få en aning om hur tidsbegreppet ska införlivas i projekteringen av byggnader med avseende på insatspersonalens säkerhet måste initialt en definition av olika delmoment utföras med avseende på tiden. Inledningsvis definieras begreppet insatstid enligt följande:

*”Tid från det att larm inkommit till räddningstjänsten till dess räddnings- eller släckningsarbete har påbörjats och fått inledande effekt på brandplatsen” (TNC 95, 1994).*

Ovanstående definition talar om vilken tid räddningstjänsten har till förfogande för att påbörja en insats i en byggnad med någon form av resultat som följd. I denna definition av tid ingår flera deltider som omfattar anspänningstid, framkörningstid och angreppstid. För ingående definitioner angående deltiderna hänvisas till *Lagen om skydd mot olyckor (Dryselius m.fl. 2004)* samt *Brandskyddshandboken (2005)*.

Gällande praxis som svenska kommuner använder idag baseras på *Statens räddningsverks meddelande (1987:5)*, som anger definitioner på insatstiden i minuter för olika typer av bebyggelse och byggnadstyper. Beroende på om brandplatsen är belägen inom tätort eller ute på landsbygden räknas denna tid som grupper på 10, 20 och 30 minuter (*Fallqvist m.fl., 2005*). Dessa tider och grupper anges enligt nedanstående lista. Det som i huvudsak behandlas i denna rapport är 10 minuter för tätort (grupp 1).

- Grupp 1 innefattar bebyggelse som till exempel koncentrerad centrumbebyggelse, varuhus, samlingslokaler, större vårdanläggning, industrier etc.
- Grupp 2 innefattar bland annat bebyggelse som enstaka större industrier, större byar och bostadsområden.
- Grupp 3 är enstaka byggnader, gårdar och mindre byar.

För den fullständiga listan hänvisas till Bilaga G.

Detta räcker dock inte för att definiera hur lång tid en byggnad ska vara säker för räddningsmanskaptet under insats. För att få ett relevant värde på hur lång tid räddningstjänsten förväntas göra en första insats i en byggnad måste även en aktionstid i byggnaden definieras.

Den tid en rökdykare kan utföra ett arbete inne i en byggnad begränsas bland annat av hur mycket luft som rökdykaren har tillgång till. I praktiken är denna tid maximalt 20 minuter eftersom resten av luftförrådet i andningsapparaten skall vara reservluft. Reservluften får under inga som helst omständigheter räknas in i den aktionstid som rökdykaren har till sitt förfogande. Syftet med reservluften är att vara en säkerhetsfunktion om något oväntat inträffar under insatsen så att rökdykaren inte kan retirera. I dessa 20 minuter skall tid och möjlighet till en säker reträtt ut i det fria ingå. (Wikström, Wesley, 2007)

Jönköpings kommun och dess räddningstjänst har stått som exempel i boken *Att beställa och utforma räddningsinsatser* (Björnberg, Melin, 2003). I denna bok framgår att räddningstjänsten genomfört ett antal simuleringar för att se över logistiken vid en insats med brand. Programmet som använts för att utföra dessa simuleringar är logistikprogrammet Planny mate. Planny mate används av räddningstjänsten i Jönköping för att dimensionera insatsstyrkor. Planer finns på att lägga in Planny mate i RIB och ligger i nuläget på SRV:s bord. Några av resultaten av simuleringarna blev att en eller flera samtidigt insatta rökdykargrupper nådde sin maximala arbetsgräns efter 20 till 30 minuter efter påbörjad inträngning.

Vid kontakt med Fredrik Björnberg, brandingenjör vid räddningstjänsten Vaggeryds kommun, framkom att praxis är att använda nedanstående formel för att beräkna tillgänglig tid för en rökdykare (Björnberg, 2007). Resultatet brukar i allmänhet ligga i intervallet 20 - 25 minuter.

$$t = \frac{V_t \cdot p}{f}$$

$$t = \text{tid}[\text{min}]$$

$$V_t = \text{Volymtuber}[l]$$

$$p = \text{tryck}[\text{bar}]$$

$$f = \text{förbrukning}[l / \text{min}]$$

Vid en beräkning av tiden används följande ingångsvärden:

$$V_f = 8l$$

$$p = 240\text{bar}$$

$$f = 80 \text{ l/min}$$

Insatt i formeln ger detta en tid på 24 minuter. Noterbart är att  $f = 80 \text{ l/min}$  är ett genomsnittligt värde för en rökdykare. I beräkningarna är inte den reservluft som finns i tuberna inräknad. Detta innebär även att tiden 24 minuter är tiden fram till ögonblicket där luften tar slut och rökdykaren är tvungen att slå över till reservluften. Reservluften skall enligt praxis vid en normal insats aldrig användas så länge rökdykaren befinner sig i riskmiljö. Innan reservluften används skall i normalfallet rökdykaren vara ute i riskfri miljö. Det skall således finnas tid till ordnad reträtt ut ur byggnaden. (Björnberg, 2007)



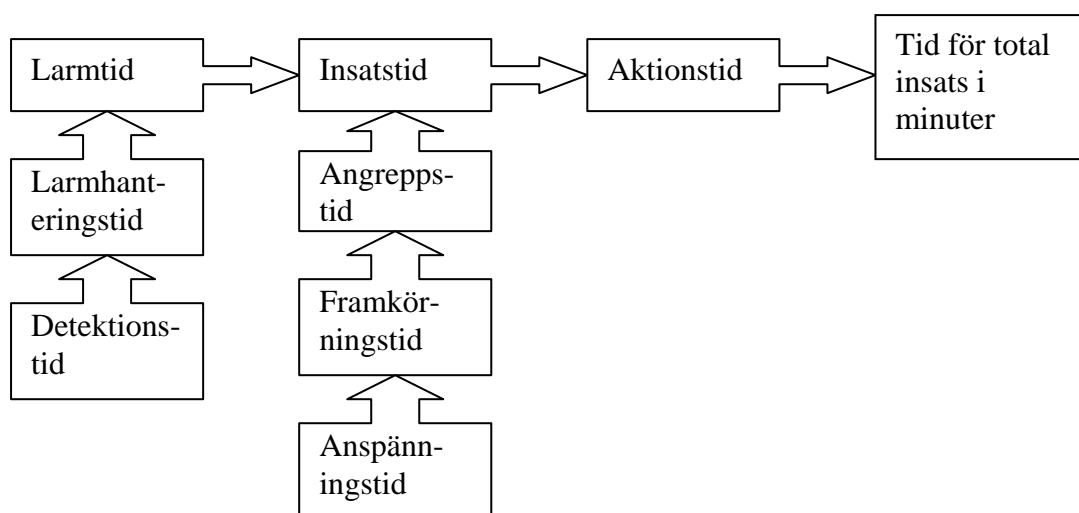
## 5.1 Analys av insats

Begreppet insatstid anses inte räcka till för att projektera och dimensionera byggnader. Kompletteras insatstiden med en aktionstid fås ett värde för total tid som räddningstjänsten skall ha till sitt förfogande för att utföra en insats. Vidare behövs dessutom en larmtid för att inkludera den tid det tar från brandstart till det att räddningstjänsten underrättats. I detta begrepp ingår detektionstiden. Detektionstiden definieras här som tid till detektion av brand genom automatiskt brandlarm eller manuell detektion. Detektionstid är samma sak som varseblivningstid i de fall inget automatiskt brandlarm finns. Definitionen för varseblivningstid finns beskriven i avsnitt 15.3.3 i *Brandskyddshandboken (2005)*. I larmtiden skall även tiden larmhanteringen tar via SOS ingå. Med andra ord larmtid = detektionstid + tid för larmhantering.

Definitionen av aktionstid blir tid för att genomföra en första invändig insats i en byggnad från det att inträngning påbörjats. Tiderna som angetts och även räknats fram ger en aktionstid på mellan 20 och 30 minuter för en rökdykare. Tiden för en rökdykarinsats sätts till 30 minuter med motiveringen att även de rökdykare som har bäst kondition skall kunna genomföra en relativt riskfri invändig insats. Även tid för reträtt skall ingå så att reservluften ej får användas så länge rökdykaren befinner sig i hög riskmiljö.

Läggs dessa tider ihop fås för de olika grupper, som idag används som praxis för att definiera inom vilken tid en insats på ett objekt kan påbörjas, en indikation på räddningstjänstens förmåga att göra en insats under en viss tid. Sett till detta är det fullt rimligt att definiera den tid räddningstjänsten har till förfogande för att utföra invändigt räddningsarbete initialt. Denna tid omfattar den totala tiden för en första insats i minuter. Resultatet blir larmtid + insatstid + aktionstid = total tid för en första insats i minuter.

Liknelsen med den australiska modellen FBIM är påtaglig där alla aspekter tas med i tidsangivelserna. Detta gör även att kraven på tiden en byggnad ska vara intakt under brandpåverkan tydliggörs med avseende på insatspersonalens säkerhet. För att få en bild av hur dessa tider bör beaktas har nedanstående flödesschema tagits fram, se figur 5.1.



Figur 5.1 Flödesschema över olika tidsmoment av en insats.

Analysen av tidsbegreppet ger att det är tid för total insats som brandskyddsprojektören skall utgå ifrån när en byggnad projekteras. Inom denna tid skall, som ovan angivits, alla deltider ingå så att inget utesluts och därmed äventyrar säkerheten för insatspersonalen.

Rapporten behandlar som tidigare nämnts inte förhållanden efter övertändning. I första hand beror detta på att efter det att övertändning skett anses ingen människa kunna befinna sig, och vara vid liv, i utrymmet där fullt utvecklad brand råder. Insatspersonal med larmställ anses förvisso kunna vistas i övertända utrymmen under korta tidsintervall. Dessa tidsintervall är dock så korta att en invändig insats under denna tid inte anses genomförbar mer än undantagsvis i små utrymmen. Eftersom det redan finns metoder att räkna fram tid till övertändning behandlas inte detta i denna rapport på annat sätt än att det rekommenderas att den tiden ej bör understiga den tidsram som satts i rapporten för invändig insats.

Tidsbegreppet räcker tyvärr inte för att helt beakta säkerheten för insatspersonalen. Begreppet tid tar ingen hänsyn till vad som påverkar omgivningen och personen under insatsen. Sett till resultaten från enkäten och intervjuerna måste således strålningseffekter från branden, värmepåverkan, siktförhållanden och slutligen krav på bärverk i byggnaden behandlas ytterligare i rapporten.

## 6 Temperatur och strålning

Ett av områdena som identifierats som riskkälla vid en insats i enkätundersökningen är hög värmepåverkan. Eftersom värmebegreppet omfattar främst temperatur och strålning tas dessa två parametrar upp i detta kapitel. Problemen med dessa två är den exponering som insatspersonal utsätts för. I detta kapitel sammanställs resultat från forskning som finns på området för att finna användbara och rimliga kriterier för vad som är acceptabelt för insatspersonalen med avseende på strålning och temperatur.

### 6.1 Temperaturtolerans

År 2000 genomförde Sören Lundström, Stefan Svensson och Stefan Särdaqvist ett antal försök för att fastställa hur stor släckkapacitet som krävs för att släcka en brand i en stor lokal. Vid försöken mättes även strålningsintensitet, lufttemperatur samt hudtemperaturen på rökdykarna som genomförde släckinsatsen. Detta för att ta reda på hur mycket värme och strålning rökdykaren tål. Samtliga resultat som framkom vid försöken presenterades i rapporten *Släckförsök vid brand i stor lokal (Lundström m.fl. 2000)*. Dock togs inga gränsvärden för rökdykarnas tålighet vad det gäller värmestrålning och temperatur fram. Rapporten och försöken speglar ändå vad som kan anses som rimliga nivåer för vad en rökdykare kan exponeras för i en insatsmiljö.

I tabell 6.1 redovisas en sammanställning av resultaten från rapporten ovan. De värden som extrapolerats ur diagram från rapporten är värden från de mätinstrument som varit placerade på samma avstånd från branden som rökdykarna. Termoelementen som registrerat temperaturen var placerade på en och två meters höjd över golvet. Ett genomsnitt av dessa två, vilket anses representera temperaturen på 1,5 meters höjd, är den temperatur som redovisas i tabell 6.1. För ytterligare indata och resultat från Lundströms m.fl. rapport hänvisas till Bilaga I.

**Tabell 6.1** Sammanfattning av mätresultat

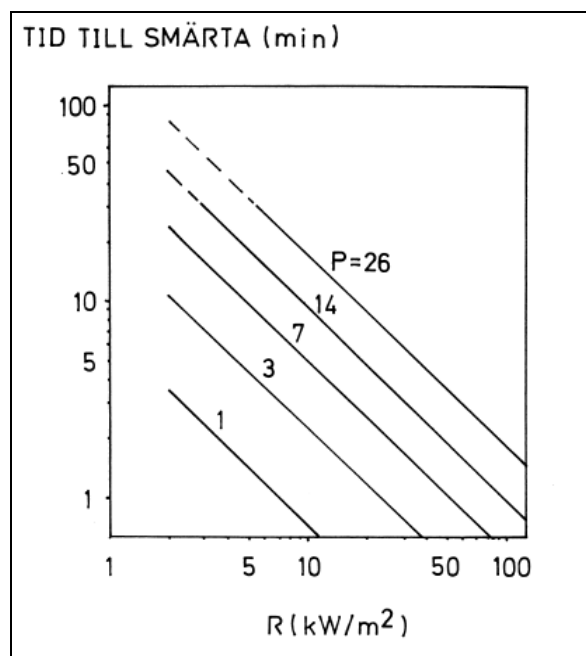
| Försök     | Insatsens längd<br>[min:s] | Lufttemperatur<br>[°C] | Infallande<br>strålning<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Hudtemperatur<br>[°C] |
|------------|----------------------------|------------------------|---|-----------------------|
| Försök 1:1 | 1:20                       | 260                    | 35  | 34                    |
| Försök 1:2 | 0:55                       | 320                    | 27  | 42                    |
| Försök 2   | 8:44                       | 175                    | 5   | 43*                   |
| Försök 3   | 9:54                       | 225                    | 10  | 39*                   |
| Försök 4   | 6:17                       | 250                    | 8   | 45                    |
| Försök 5:1 | 6:15                       | 190                    | 7   | 38                    |
| Försök 5:2 | 1:34                       | 260                    | 11  | 41                    |
| Försök 6:1 | 9:07                       | 200                    | 5   | 38                    |
| Försök 6:2 | 4:19                       | 70                     | 4   | -*                    |

Där markeringen \* förekommer markerar den att temperaturmätaren av olika anledningar varit ur funktion delar av, eller hela tiden för insatsen.

## 6.2 Strålningstolerans

Rapporten *Människans fysiska tålighet vid brand* av Ulf Danielsson (Danielsson, 1984), innehåller data och kriterier framtagna genom beräkningar och försök på bar hud, med standardbranddräkt, lätt skyddsdräkt och tung skyddsdräkt. Problemet är att detta är värden på strålningsexponering från försök som gjorts med idag omoderna dräkter.

Standardbranddräkten som omnämns är av märket Brage, med utförande i ull. Ull används inte längre av svensk räddningstjänst och värdena blir således missvisande. Dock finns det ett system med skyddsfaktorer som gör att dagens larmställ av varierande fabrikat kan klassas högre, där värden och kriterier kan användas för att bestämma exponeringstiden för insatspersonalen. Strålningsnivåerna som Danielsson kom fram till att en person klarar av innan smärta på huden uppstår visas för olika skyddsfaktorer (P) i figur 6.1. Skyddsfaktor 1 innebär här naken hud och de högre skyddsfaktorerna representerar olika varianter av skyddsdräkter. För utförligare redovisning av de i rapporten använda skyddsdräkterna och deras olika skyddsfaktorer se Bilaga H.



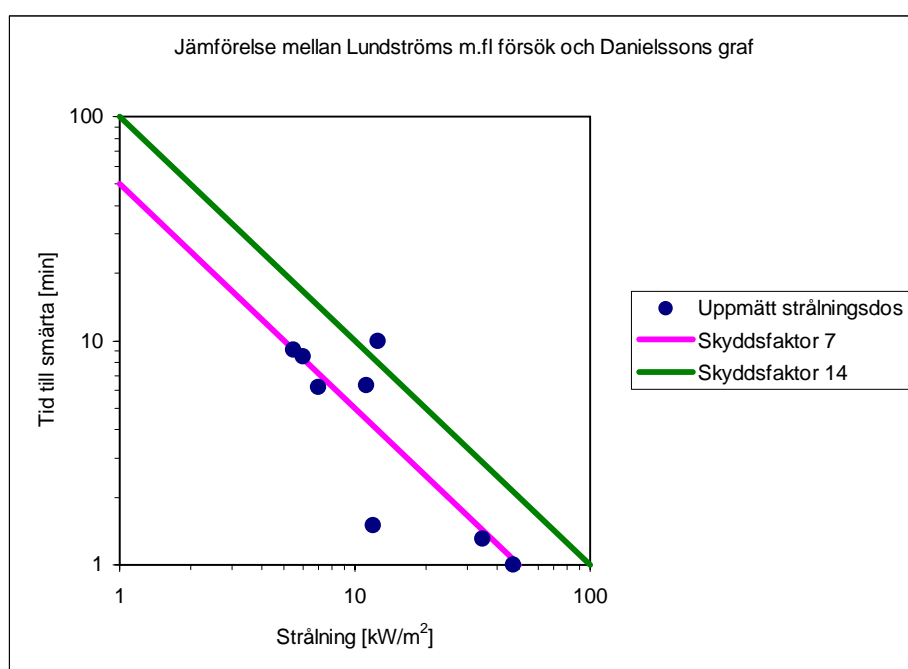
Figur 6.1 Strålningstoleranser beroende på skyddsfaktor (Danielsson, 1984)

Vid kontakt med Torgny Gadmar, produkt- och försäljningschef på Procurator textiles, så menade han att en jämförelse mellan gamla Brage larmställ och nya larmställ från samma tillverkare gör att en uppgradering i skyddsfaktor är möjlig. Gadmar ser inget hinder att gå från skyddsfaktor 3 till 7 eller till och med så långt som 14 (Gadmar, 2007). Detta ger att det gamla Brage larmstället som hade skyddsfaktor 3 inte är representativt för dagens larmställ, och att det nya som har betydligt bättre motståndskraft mot strålning får minst skyddsfaktor 7, det som Danielsson betecknar som lätt skyddsdräkt. Vilket i sin tur innebär att insatspersonalen, med avseende på strålning, kan vara inne i en brinnande byggnad betydligt längre än vad som tidigare angetts.

Kriterierna som används i Australien (Bilaga F) är även dom baserade på gamla typer av larmställ av ull. Värdena som går att utläsa ur bilaga F är således även dom missvisande för svenska förhållanden idag.

I rapporten av Lundström m.fl.(2000) registrerades, som framgår i tabell 6.1 den infallande strålningen vid rökdykarnas position i brandrummet. Dessa värden visar vilka strålningsnivåer rökdykarna varit utsatta för under den tid de varit inne i brandrummet. I figur 6.2 jämförs strålningsdoserna rökdykarna varit utsatta för med de gränsvärden Danielsson presenterar för strålningstolerans i sin rapport.

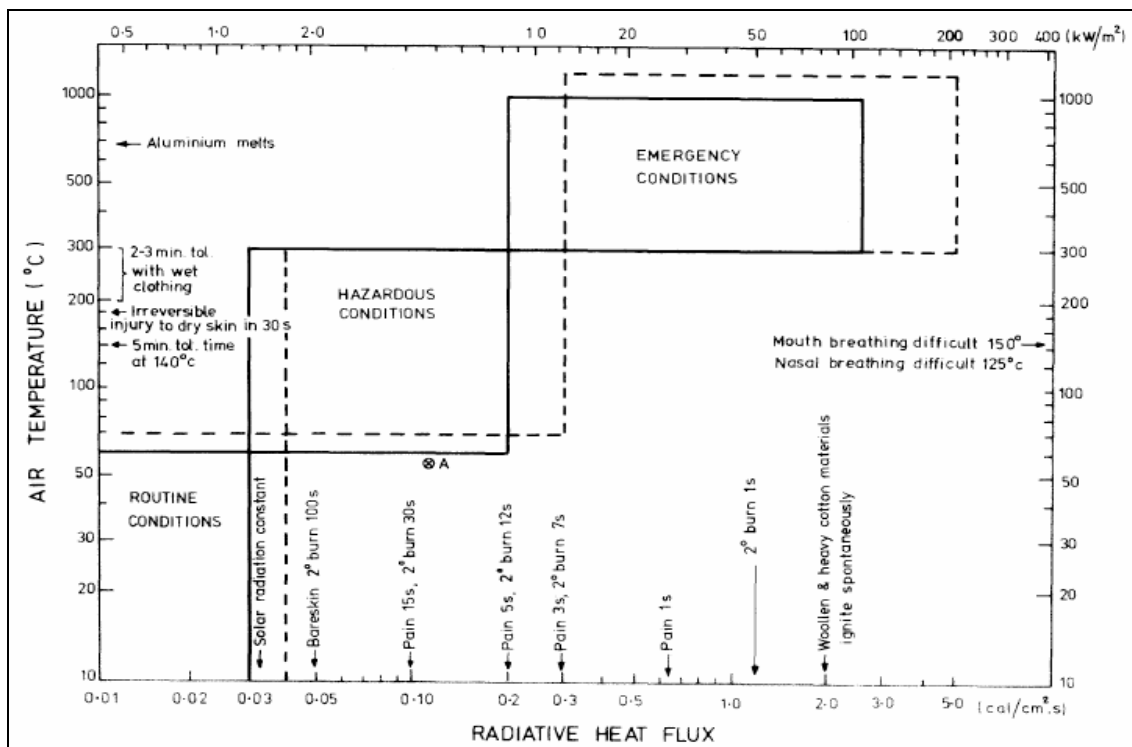
Studeras värdena i figur 6.2 framkommer att några av insatserna från Lundströms m.fl. rapport har överskridit de värden Danielsson presenterar som gränsvärden för skyddsfaktor 7. Detta utan att rökdykarna upplevt någon smärta. I ett fall har även gränsvärdet för skyddsfaktor 14 överskridits. I försöken har även insatser där strålningsdoserna inte nått Danielssons gränsvärden förekommit, men den registrerade hudtemperaturen på rökdykarna har då varit låg.



Figur 6.2 Jämförande diagram mellan försök och gränsvärden

Danielsson tar även upp toleranstider för temperatur i sin rapport. Rapporten anger att den lägsta hudtemperatur där smärta kan förnimmas är 45°C. Toleranstiderna är dock främst framtagna för naken hud och kan därför inte anses rimliga att använda för att bestämma möjlig aktionstid vid en viss temperatur iförd larmställ. Danielsson presenterar ett diagram för att beskriva den miljö som insatspersonal skulle kunna exponeras för vid insats.

Diagrammet som Danielsson presenterar, är identiskt med det som står att finna i rapporten *Standards and specifications for firefighters clothing (Hoschke, 1981)*, figur 6.2. I denna rapport konstateras att i miljöer där en brandman förväntas göra en insats, råder förhållandena för temperatur mellan 60-300°C och för strålning mellan 1,5-8kW/m<sup>2</sup>. Temperatur och strålning som överstiger dessa värden antas enbart förekomma i övertända rum och bör undvikas eftersom en sådan miljö kan vara farlig att vistas i även under korta tidsperioder. Värt att hålla i minnet är att även dessa resultat är gjorda efter de gamla ull-baserade dräkterna och gränsvärdena som presenteras därför kan anses som lågt satta.



Figur 6.3 Insatsmiljöer beroende på temperatur och strålningsintensitet. (Hoschke, 1981)

### 6.3 Analys av temperatur och strålning

Resultaten från rapporten av Lundström m.fl. (2000) visar att en rökdykare med rätt utrustning såsom larmställ, och med strålrör, kan utstå höga temperaturer och strålnings-effekter under relativt lång tid innan smärta uppstår. En jämförelse av värdena som tagits fram i Lundströms m.fl. rapport med gränsvärdena som presenteras i Danielssons rapport pekar på att den personliga skyddsutrustningen räddningsmanskapet i dag har blivit bättre, samt skyddar mot både strålning och temperatur i större utsträckning än den gamla gjorde.

Detta gör att det antagande som gjordes i samråd med Torgny Gadmar, att de nya larmställen bättre representeras av det ställ i Danielssons rapport (*Danielsson, 1984*) som har skyddsfaktor 7, anses fullt rimligt. Danielssons kriterier för branddräkt med skyddsfaktor 7, kan alltså användas för att fastställa hur lång tid en rökdykare kan exponeras för en given strålning under insats. Grafen som Danielsson tagit fram (Figur 6.1) är således fortfarande giltig med justeringen att skyddsfaktor 3 bör utgå och helt ersättas av skyddsfaktor 7, som bättre representerar moderna larmställ. Där 1 motsvarar naken hud, och 7 modernt larmställ. Skulle en ännu högre skyddsfaktor, t.ex. 14 för tung skyddsdräkt, som Gadmar även ansåg rimligt, användas kan inte värdena säkerställas enbart genom ett resonemang. Här måste ytterligare forskning utföras innan ett helt säkert resultat, med avseende på skyddet mot temperatur och strålning, kan fastställas.

Vad gäller temperatur presenterar inte någon av rapporterna ett gränsvärde för vad en rökdykare klarar av. Riktlinjerna som presenteras i Hoschkes rapport (*Hoschke, 1981*), som används för att beskriva en trolig insatsmiljö ger dock en indikering på att temperaturer upp till 200-300°C inte bör vara något problem. Även temperaturmätningarna från Lundströms m.fl. rapport visar att rökdykarna som medverkade i försöken klarade av att utföra en insats även när temperaturen låg väl över 200°C i det undre brandgaslagret. Ingen av de nämnda rapporterna visar dock på en övre gräns för hur länge en rökdykare kan vistas i denna miljö.

En jämförelse mellan Danielssons värde på 45°C, där smärta uppstår, och de hudtemperaturer som uppmätts i Lundström m.fl. rapport (se tabell 6.1) ger en indikation på vilka lufttemperaturer det motsvarar. För temperaturer under 200°C förefaller det inte vara någon fara för brännskada och smärta då hudtemperaturerna ligger under 40°C. När lufttemperaturerna däremot närmar sig 300°C går hudtemperaturerna upp mot 45°C. Exponeringstiden i det senare fallet är dock relativt kort och anses här tolerabel.

För att ligga på den säkra sidan görs därför det konservativa antagandet att en fullständig insats kan genomföras om temperaturen ligger under 200°C. Under kortare tidsperioder bör dock högre temperaturer, runt 300°C, kunna accepteras. Med kortare tidsperioder menas tider under 1 minut.





## 7 Sikt och orientering

I analysen av enkätsvaren framgår att siktproblem anses vara en av de större riskerna vid insats i underjordsanläggningar. I större byggnader där avstånden mellan referenspunkter i lokalen är stora kan dålig sikt på grund av kraftig rök vara ett orienteringsproblem.

### 7.1 Rökdykning

Arbetsmiljöverkets författningssamling (*AFS 1995:1*) definierar rökdykning enligt följande:

*”Inträngande i tät brandrök, vanligen inomhus, för att rädda liv eller bekämpa brand eller liknande.”*

Efter kontakt med Arbetsmiljöverket framgick att under 2008 kommer en reviderad författningssamling att ges ut. I denna skall enligt uppgift räddningsledaren göra bedömningen om det är tät brandrök som råder eller ej.

Det som orsakar nedsatt sikt vid rökdykarinsatser är brandgaserna. Innehållet i dessa brandgaser är helt beroende av vad som brinner. Dock innehåller brandgaser alltid produkter som är mer eller mindre toxiska vid inandning.

Enklare beräkningar för toxiciteten hos brandgaserna kan utföras för att kontrollera om en påtaglig fara föreligger. Ett flertal modeller finns för att, framför allt, räkna fram koncentrationen av kolmonoxid. Vanligast är att beräkningarna utförs på välventilerade förhållanden, modeller för underventilerade förhållanden finns dock också. Vid underventilerade förhållanden ökar produktionen av toxiska kolföreningar som koldioxid och kolmonoxid. Dessutom produceras i brandgaserna vätecyanid och halogener, dessa förekommer dock endast när ämnen som innehåller kväve eller halogener ingår i branden. (*Karlsson, Quintiere, 2000*)

I denna rapport förutsätts att insatspersonalen, på ett korrekt sätt, använder sig av den skyddsutrustning som föreskrivs. Detta innebär att andningsskydd och larmställ används samt fungerar.

Gällande andningsskyddet för en rökdykare så används samma utrustning även vid kemikalieinsatser. Andningsskyddets konstruktion är sådan att det finns en innermask som sluter tätt mot näsa och mun, samt en yttermask som skyddar resterande delar av ansiktet inklusive ögonen. Dessutom är det övertryck i masken så att andningsluften pressas ut i eventuella glipor som kan uppstå. Övertrycket gör att toxiska brandgaser och andra kemikalier inte kan läcka in i masken. (*Andersson M, 2007*)

### 7.2 Sikt

I dag finns kriterier för sikt som anger acceptabla värden för siktsträcka vid utrymning av människor. Dessa kriterier är 5 och 10 meter sikt för säker utrymning ur en byggnad. 5 meter sikt är kriteriet om personerna som ska utrymma lokalen har god lokalkännedom. Med kriteriet 10 meter sikt avses sådana förhållanden som skall gälla för personer som ej har god lokalkännedom (*BFS 1993:57*).

Problemen som uppstår vid kort siktsträcka är att räddningspersonalen får svårt att orientera sig i lokalen, speciellt om lokalen innehåller stora öppna ytor. Detta gör bland annat att söktiden inne i byggnaden blir längre än om sikten hade varit bättre. Om siktsträckan är väldigt kort ökar dessutom risken för skada genom fall, skyddsutrustning som fastnar i utskjutande byggnadsdetaljer, samt nedsatt förmåga att hitta ut i en nödsituation. Även möjligheten att lokalisera eventuella skadade människor, djur och andra skyddsvärda objekt, begränsas eller försvåras avsevärt vid dålig sikt. (Andersson L, 2001)

För att förbättra, och effektivisera, genomsökning efter skadade personer vid en brand används idag i allt större utsträckning IR-kameror. I *Försök med IR-kamera vid rökdykning* (Andersson L, 2001), har försök genomförts i större lokaler med olika tät rök. Där kan utläsas ur resultaten att vid en siktsträcka på 2-3 meter förkortas inte söktiderna nämnvärt när IR-kamera används. Inte heller har rökdykarnas uppfattning av omgivningen, i de aktuella försöken, påverkats av huruvida de haft tillgång till IR-kamera eller ej. En IR-kamera ger under normala insatsförhållanden en siktsträcka på 10-20 meter, oberoende av röktätheten. Detta indikerar att vid en insats med röktäthet som motsvarar 2-3 meters sikt ändras inte söktiderna, oavsett om IR kamera används eller ej. Kommentarer från rökdykarna att omgivningen inte uppfattas annorlunda vid 2-3meters siktsträcka bör även indikera att sikten, vid dessa förhållanden, inte utgör någon risk för räddningspersonalen.

### 7.3 Orientering

I rapporten *Räddningstjänstinsatser vid industribränder* (Lennmalm, 1998), redovisas resultat och slutsatser från ett antal försök med inträngning i rökfyllda industribyggnader. Problematiken är dock densamma oavsett byggnadstyp där långa inträngningsvägar kan förväntas. Försöken visar att inträngningen i en stor lokal försvåras avsevärt av inredning som är i vägen. Framförallt om denna är uppställd längs väggarna, vilka traditionellt används som referenspunkter vid avsökning i tät brandrök. Även ojämnheter i marknivån, som smörjgropar, schakt och trappor, förlänger insatstiden eftersom detta innebär att extra försiktighet måste iakttas vid förflyttning.

I Lennmalms rapport påpekas på ett flertal ställen behovet av referenspunkter och/eller insatsplaner för att underlätta orienteringen i en industribyggnad. Lennmalm menar att om insatsplaner finns, där rökdykaren kan läsa in sig innan påbörjad inträngning, så tar insatsen kortare tid och det blir enklare att orientera sig i byggnaden. Att så är fallet indikeras av att i de försök i rapporten där rökdykarna haft tillgång till en översiktsbild av lokalen har insatsen kunnat utföras mycket effektivare än när en sådan översiktsbild har saknats.

Byggnader har inte alltid en optimal geometri för att utföra en räddningsinsats i. Framför allt byggnader med stora öppna ytor kan orsaka problem. Om rökdykarna tappar orienteringen i en sådan lokal finns risken att de måste återgå till baspunkten för inträngningen för att återfå orienteringsförmågan. Små lokaler som lägenheter, mindre butiker och liknande, har inte samma problematik då de oftast har fler referenspunkter. De klassas heller inte som hög riskmiljö (*Brandskyddshandboken*, 2005). Som ett exempel kan nämnas att en lägenhet oftast i har korta avstånd till väggarna, därigenom är det lättare att orientera sig i ett sådant utrymme.

Lokaler som har väldigt komplex utformning kan däremot orsaka problem. Utan en översikt kan sådana lokaler närmast liknas vid en labyrint när sikten är för dålig. I ett utrymme med väldigt komplex geometri riskeras att rökdykarna får dålig uppfattning om huruvida hela

lokalen är avsökt eller ej. Vilket lätt kan inträffa om de saknar information om utrymmet innan inträngning börjar.

Andra byggnadsrelaterade problem kan vara nivåskillnader som lastkajer, ramper och liknande. Nivåskillnader innebär alltid en fallrisk om sikten är så nedsatt att de ej enkelt kan upptäckas.

Likaså är inredningen, både fast och lös sådan, av betydelse. En industri kan vara fylld med maskiner, rör och andra installationer, medan det i stora publika lokaler även kan finnas stolar, bord och annan lös inredning som försvårar framkomligheten. Är då sikten reducerad blir orienteringsförmågan påtagligt nedsatt.

Inredning riskerar även att fastna i utrustning och försvåra till exempel slangdragning. Detta blir extra tydligt när möjligheten att välja angreppsväg i syfte att förkorta inträngningsvägen ej finns. Vid lång inträngning måste troligtvis fler hinder passeras, och kan således orsaka mer problem. (*Lennmalm, 1998*)

## 7.4 Analys av sikt och orientering

För att få fram ett realistiskt kriterie för sikt med avseende på insatspersonalens säkerhet kan inte 5 eller 10 meter sikt gälla då räddningstjänsten förväntas göra en insats under svårare förhållanden än så. En viktig parameter när siktsträckor diskuteras är storleken på byggnaden och lokalerna. I byggnader med stora öppna ytor är problemen med sikt och nedsatt orienteringsförmåga som störst. Mindre lokaler med små ytor är lättare att orientera sig i då de oftast har fler naturliga referenspunkter. Därför kan kortare siktsträckor i små utrymmen accepteras.

Med utgångspunkt från de fakta som presenteras i kapitel 7.2-3 förs ett konservativt resonemang kring siktsträckor i komplexa och stora lokaler.

Resonemanget bygger på antagandet att ett värde på mindre än 5 meter sikt är rimligt, och att 2-3 meters siktsträcka är ett bra riktmärke att använda vid analytisk dimensionering. Bland de resultat som analyseras anges att söktiderna inte förändras vid 2-3 meter sikt när en IR-kamera används, ställt mot att kameran inte används. Rökdykarinsatser genomförs idag vid kortare siktstäckor än så, men som konstaterats i kapitel 7.2 kan detta medföra risker för insatspersonalen i stora och komplexa lokaler.

Även om 2-3 meter sikt i vissa fall anses konservativt skulle ännu längre siktsträcka givetvis underlätta en insats. Men räddningsmanskapets säkerhet skulle då ej längre påtagligt förbättrats. Med svår inredning, eller komplicerat utförande av lokalen med nivåskillnader och liknande, bör alltså 3 meter sikt vara den dimensionerande siktsträckan. Medan vid goda förhållanden i en stor lokal, eller i mindre lokaler där orienteringssvårigheter inte anses vara ett problem kan kortare siktsträckor än 3 meter accepteras.

Siktsträckan är dock inte homogen i hela lokalen vid ett brandscenario. Sämst förhållanden råder oftast nära branden. Detta innebär att acceptanskriterierna skall uppfyllas på ett rimligt avstånd från branden så att säkerheten inte äventyras med tanke på byggnadsgeometri och inredning.

Vidare belyses i kapitel 7.3 behovet av att insatsplaner med orienteringsritningar finns på objekt med framför allt stora öppna, alternativt komplicerade, planlösningar. Detta är en enkel men effektiv metod för att utöka skyddet för insatspersonalen. I och med att korrekt utförda insatsplaner finns så säkras dessutom en del av informationsöverföringen till räddningstjänsten. Ytterligare information bör dessutom finnas till hands i form av brandskydds-dokumentation som är tillgänglig för räddningstjänsten.

Kapitel 7.3 omnämner fixa referenspunkter i en byggnad med stora öppna ytor som en lösning, men det är svårare att se till att sådana verkligen skulle fungera och installeras rätt. Valet av referenspunkter skulle kunna orsaka problem om de ej är enhetliga och likadana överallt. Därför ses insatsplaner som ett bättre val att använda för att underlätta en insats, samt att höja säkerheten för insatspersonalen under insats. Med avseende på sikt skall dock insatsplaner endast ses som ett komplement till konkret siktförbättrande åtgärder i byggnaden (t.ex. brandgasventilation).

Toxiciteten är inte något problem för insatspersonal då det förutsätts att andningsskydd används. Speciellt med tanke på att den utrustning som bärs av insatspersonalen inte bara används vid bränder, utan också vid keminsatser där toxiciteten är det som andningsskyddet primärt ska skydda mot. Så med rätt använd utrustning, enligt de regler som finns i *AFS 1995:1*, föreligger ingen ökad risk för insatspersonalen med avseende på toxiciteten.

## 8 Bärverk och nedfallande byggnadsdelar

Den byggnadsrelaterade risk som genererar störst problem för räddningstjänsten enligt enkätsvaren är byggnadskollaps och risk för nedfallande byggnadsdelar. Det är även på detta område som räddningstjänsten önskar förhöjda krav vid nybyggnad. Framför allt efterfrågas att även byggnader som idag klassas som Br3 byggnader skall beläggas med brandtekniska krav på bärverket.

I handboken *Brandskydd i byggprocessen* (Eriksson & Svensson, 2003) diskuteras hur räddningsmanskaps säkerhet kan beaktas på en byggarbetsplats. I denna handbok presenteras acceptanskriterier för bland annat bärförmåga och nedfallande föremål. Få nya infallsvinklar presenteras utan Eriksson konstaterar bara att gällande bärverk och risken för nedfallande byggnadsdelar bör inte kraven i BBR frångås. Inte utan att räddningsmanskaps säkerhet kan garanteras under livräddande insats. Även i *Brandskyddshandboken* (2005) anges att målsättningen gällande bärförmåga vid brand bör vara:

*”Att undvika plötsliga och oväntade krascher av byggnader eller delar av byggnader, som kan skada personal inom räddningstjänsten.”*

De krav på bärförmåga vid brand som finns idag är helt beroende av det klassificeringssystem som har använts i Sverige sedan 1940-talet. Här delas byggnader in i typerna brandsäker, brandhärdig och annan byggnad (Br1, Br2 och Br3). Detta klassificeringssystem baseras främst på våningsantalet i byggnaden. Klassningen indelas i byggnader uppförda i ett, två samt fler än två plan. Verksamheten som bedrivs i byggnaden påverkar även den vilken byggnadsklass som föreskrivs. I verksamhetsdefinitionen ingår även antalet personer som vistas i byggnaden samt vid vilken tid på dygnet personerna vistas där. Beroende på i vilken klass en byggnad hamnar bestäms sedan alla krav på bärverket utifrån detta. För en redovisning av vilka byggnader som hamnar i de olika klasserna hänvisas till BBR avsnitt 5:21 (BFS 1993:57).

Krav som ställs på byggnadsdelar, angående bärförmåga vid brand, betecknas R, följt av en tid i minuter t.ex. R 60. Denna beteckning betyder att byggnadsdelen ifråga skall stå emot en temperaturpåverkan, som följer standardbrandkurvan (ISO 834), under den föreskrivna tiden (t.ex. 60 minuter). Standardbrandkurvan representerar dock inte den värmepåverkan som sker vid en naturlig brand. Anledningen till att denna används beror främst på att ISO valt att sätta den som standard för att garantera att alla byggnadsdelar testas under lika förhållanden. (*Brandskyddshandboken*, 2005)

Skillnaden i krav på de olika byggnadsklasserna är bland annat att bärverket skall behålla sin bärande förmåga olika länge. Byggnader i klass Br1 är de byggnader med högst brandtekniska krav. Den viktigaste skillnaden, i ett initialt skede av en insats, är dock den mellan byggnader i klass Br2 och klass Br3. Detta eftersom en byggnad i klass Br3 saknar krav på bärverk i avseende på brand medan en Br2 byggnad skall uppfylla kravet R 30. Vilket betyder att bärverket i en Br2 byggnad ska klara av en temperaturpåverkan upp till 842°C utan att bärförmågan reduceras. Detta kan sättas i proportion till de temperaturer som schematiskt gäller i det övre brandgaslagret vid olika faser i branden. Enligt *Brandskyddshandboken* (2005) är brandgastemperaturen vid övertändning cirka 500-600°C, medan det i den fullt utvecklade branden förekommer temperaturer på 800-900°C.

I *Regelsamling för konstruktion (2006)*, står i det allmänna rådet i avsnitt 10:1 att, kraven på bärverkets brottsäkerhet vid brand bör nyanseras med hänsyn till konsekvenserna. Det vill säga att ju längre tid efter brandens utbrott det med en viss sannolikhet kommer att finnas människor (privatpersoner eller räddningsmanskaper) i byggnaden, desto högre krav bör ställas på brottsäkerheten. Senare i samma råd står sedan att om dimensionering sker enligt avsnitt 5:82 i BBR, beaktas dessa förhållanden. Detta eftersom byggnadens brandtekniska klass beror på byggnadens användning och höjd samt brandbelastningens storlek.

Ett problem som kan uppstå är svårigheten att okulärt särskilja Br3 byggnader från enplansbyggnader av typ Br2. Att göra en insats i en Br3 byggnad är traditionellt sett inga problem, men om insatspersonalen går in i en Br3 byggnad i tron att det är en Br2 byggnad är byggnadskollaps definitivt en risk. (*Wikström, 2007*)

På Boverkets hemsida ([www.boverket.se](http://www.boverket.se)) annonseras att en revidering av BBR kommer att ske inom de närmaste åren. Enligt Anders Johansson, brandingenjör på Boverket, (*2007*) kommer så att ske till 2010. Ett problem som kommer att behandlas i denna revidering anges på hemsidan vara att dagens klassificeringssystem anses för otydligt. På hemsidan presenteras även en utredning (*Fallqvist m.fl. 2007*), som tagits fram för att lösa detta.

I utredningen på boverkets hemsida redovisas förslag på hur en ny klassificering skulle kunna användas, där hänsyn till bärförmåga vid brand tas efter byggnadens våningsantal. Klassificeringen som föreslås spänner över fler våningsantal än dagens, vilket bättre speglar de byggnader som byggs i storstadsmiljö idag. En sådan klassificering skulle innebära att bärverkskraven blev tydligare kopplade till räddningsmanskapets säkerhet än vad den är idag. Detta eftersom våningsantalet i en byggnad påverkar räddningstjänstens aktionstid, och därmed även den tid under vilken en byggnad behöver behålla sin bärförmåga för att kunna tillhandahålla en tillfredsställande säkerhet för räddningsmanskaper. (*Fallqvist m.fl. 2007*)

## 8.1 Överglasade atrier

När det gäller överglasade atrier är frågan om nedfallande byggnadsdelar extra intressant. Detta eftersom glas när det går sönder kan bilda vassa och tunga delar som kan orsaka stor skada om de faller ned. Flertalet rapporter har därför tagits fram på området.

Det gemensamma för rapporterna nedan är att krav på att använda brandklassat glas i höga atrier inte vore rimligt. Orimligheten ligger i att glaset då skall klara av en värmepåverkan enligt standardbrandkurvan. Vilken, som tidigare påpekats, inte representerar den vid ett normalt brandförlopp. I rapporten *Överglasade Gårdar – Rökventilation (Frantzich, 1990)*, konstateras att brandgaserna i överglasade gårdar och atrier på grund av byggnadernas utformning mycket sällan överstiger 300°C.

Rapporten *Forskningsbehov – Brandskydd av överglasade gårdar (Bengtsson, 1992)* belyser tidigare undersökningar som gjorts på glas vid förhöjd värmepåverkan. Här har glas av olika typer utsatts för temperaturer från 300°C och uppåt där samtliga isolerglas i undersökningen stod emot denna temperatur i minst 30 minuter. I dessa försök redovisas också att den aluminiumbåge som användes för att montera fast glasrutorna i försöken höll ihop konstruktionen vid så hög temperaturpåverkan som 900°C.

Även försök utförda av Lennart Månsson som resulterat i rapporten *Brandprovningmetoder för tak till överbyggda gårdar och gator (Månsson, 1991)*, visar samma resultat gällande

temperaturerna. Månssons försök gjordes på olika typer av glas och utgick från en konstant temperatur på 300°C under 30 minuter. Efter 30 minuter övergick testet till att följa standardbrandkurvan. Resultatet blev att under den tid värmepåverkan var konstant 300°C så hände inget med glaset. När sedan standardbrandkurvan efter dessa 30 minuter började följas brast glaset efter några minuter.

Nordiska Kommittén för Byggbestämmelser (NKB) tog redan 1988 fram en rapport i ämnet, *Överbyggda gårdar eller gator – Brandskydd (1988)*. I denna rapport föreslås att en ny standard för fönster tas fram. Denna skulle kallas 300/30 och skall garantera att rutan inklusive infästning klarar av 300°C i minst 30 minuter. Vidare påpekar rapporten att denna klassning vore väl tillräcklig att använda i de delar av en hög överbyggnad som kan förväntas befinna sig i rök-gasskiktet vid en eventuell brand. Framför allt om de närliggande lokalerna är sprinklade, vilket skulle garantera en lägre temperatur på brandgaserna.

NKB påpekar även i sin rapport att bärverket i en överbyggd gård, precis som i en normal byggnad, skall bibehålla sin bärförmåga i sådan utsträckning att kollaps inte utgör en risk vare sig för utrymmande personer eller insatspersonal.

## 8.2 Analys av bärverk och nedfallande byggnadsdelar

Önskemålen från räddningstjänsten angående bärverkskrav och risk för nedfallande byggnadsdelar är tydliga. Byggnader där invändig insats förväntas skall vara intakta i sådan utsträckning att kollaps av byggnad ej kan ske. Vidare skall inte heller risken för nedfallande byggnadsdelar under denna tid vara sådan att det utgör en fara för insatspersonalen. Som nämnts i kapitel 4.1.1 står det i *Regelsamling för byggande (2006)* att de brandtekniska kraven på bärverk i BBR finns till delvis för räddningsmanskapets säkerhet. Även handböcker som finns i ämnet tar upp byggnaders bärförmåga under invändig insats som en målsättning för att räddningspersonalens säkerhet skall anses beaktad.

De Nya Zeeländska reglerna är en förebild på området med att beskriva hur bärverket ska dimensioneras för att integrera insatspersonalens säkerhet. De tre nedanstående punkterna är en sammanfattning och utdrag ur Nya Zeelands regelverk (*The Building Regulations NZ 1992*), samt ur *Compliance Documents for New Zealand Building Code Clauses C1, C2, C3, C4, Fire Safety, (2005)*.

- Gällande bärförmåga under brand sägs att byggnaden ska bibehålla bärförmågan vid brand för att insatspersonal ska kunna utföra livräddning och släckarbete.
- Gällande brandspridning ska byggnaden kunna ge skydd för insatspersonal under insats. Vidare ska byggnaden vara försedd med säkerhetsanordningar mot brandspridning så att insatspersonal kan genomföra livräddning och skydda egendom.
- Funktionskraven är att samtliga passiva och aktiva system som finns installerade i byggnaden ska uppfylla kraven så att räddningstjänsten kan utföra räddningsinsatser och ha kontroll över brandspridningen.

Sammanfattningsvis kan sägas att om invändig insats förväntas ske skall byggnadens bärförmåga bibehållas under tiden för total insats. Detta kan visas till exempel genom en jämförelse mellan de förhållanden som förväntas råda i byggnaden under tiden för total insats, mot de krav som byggnadens bärverk uppfyller.

Vid förenklad dimensionering av Br3 byggnader (andra än bostäder) uppförs dessa utan brandtekniska krav på bärverket. Enligt *Regelsamling för konstruktion (2006)* indikerar byggnadens klass en låg sannolikhet att någon befinner sig inne i byggnaden när branden tillväxt så mycket att den påverkar bärverket. Eftersom även räddningstjänstpersonalen omfattas av bedömningen att ingen förväntas befinna sig inne i byggnaden, anses avsaknaden av brandtekniskt krav på bärverket inte utgöra någon utökad risk för räddningsmanskapet. I de fall där byggnader uppförs utan stomstabiliserande krav är det således viktigt att räddningstjänsten är medveten om detta.

Gällande överglasade gårdar och atrium blir analysen att överskrider inte temperaturen i brandgaserna 300°C, så resulterar temperaturpåverkan gentemot glaset inte i någon förhöjd risk för nedfallande glas under åtminstone 30 minuter.

De tester som genomförts vid 30 minuter och 300°C undersökte ej om glaset håller ännu längre vid den temperaturen. Efter 30 minuter har temperaturen gradvis ökat till dess att brott har uppstått. Det hade varit bra att få fram ett värde på hur länge glaset håller vid 300°C som ett komplement. Givetvis gäller de generella resonemangen som hållits tidigare med avseende på bärverket även för överglasade gårdar och atrium.

På grund av de osäkerheter som råder kring hur länge glaset förväntas vara intakta vid brandpåverkan, dras inga slutsatser på området. Anledningen till detta är att forskningsbehovet anses för stort för att rymmas inom rapportens avgränsningar gällande storlek och tidsåtgång. Nämnas bör dock att flamspridning och direktkontakt med en flamma påverkar glasets hållbarhet då temperaturerna i dessa fall kan överstiga 300°C. Vilket naturligtvis skall tas med i en bedömning när byggnaden projekteras.



## 9 Diskussion

Att garantera säkerheten vid insats för räddningstjänstens personal är ingen lätt uppgift med tanke på räddningstjänstpersonalens arbetsuppgifter och de förväntningar som finns på personalen. Det gäller att ta fram kriterier och regler som är begripliga och lätta att använda. Vid efterforskningar om vad som redan fanns att tillgå på området framgick att en hel del information och forskning redan existerade. Här insågs behovet att reda upp och sammanställa detta till en helhet.

### 9.1 Insats

Vid en insats i ett objekt, vilket det än må vara, skall kravet vara att räddningstjänsten måste kunna utföra sina arbetsuppgifter på ett så säkert sätt som möjligt. För att uppfylla detta är det nödvändigt att ta fram en tidsram inom vilken säkerheten för räddningstjänstpersonalen vid en eventuell insats skall beaktas.

Utgångspunkten hittades i det som kallas insatstid, detta begrepp behövde kompletteras med fler tidsdefinitioner så att en helhet framträdde. Här är FBIM ett gott föredöme även för svenska förhållanden. Kraven skall naturligtvis vara rimliga och enkla att använda, vilket dom blir när redan existerande, vedertagna begrepp och definitioner tas med.

I begreppet insatstid ingår samtliga moment i larmkedjan från det att larm inkommit till dess att räddningstjänsten är på plats och klar att påbörja en insats. Denna varierar givetvis från objekt till objekt, men enligt gällande praxis har större delen av Sveriges bebyggelse de senaste årtiondena delats in i grupper med avseende på insatstiden till objektet.

All bebyggelse i dessa grupper skall kunna nås för insats inom en bestämd tidsram. Detta väl inarbetade system kan lätt användas vid projektering av nya byggnader eftersom bedömningen inom vilken tidsram räddningstjänsten kan påbörja en invändig insats redan är gjord.

Den tid som föregår insatstiden är den tid det tar från brandstart till dess att räddningstjänsten blivit larmad. Här ingår dels larmhanteringen på SOS, dels detektionstiden. Installerar fastighetsägaren ett brandlarmssystem med snabb detektion kan detektionstiden enkelt kortas ner. Om så sker ökar chansen att räddningstjänsten hinner fram till platsen medan branden är i ett sådant skede att dess påverkan på omgivningen inte utgör någon risk för insatspersonalen. En tidig detektion via ett brandlarm för dessutom med sig fördelen att eventuella personer på plats har möjlighet att slå ner branden, alternativt vidta övriga brandhämmande åtgärder innan räddningstjänsten anländer.

För att få fram ett tidsperspektiv över hur lång tid en första insats med en rökdykargrupp förväntas ta i en byggnad måste en aktionstid definieras. Detta har gjorts i rapporten och det resultat som framkommit på 30 minuter skall anses som ett konservativt värde med hänsyn taget till variationer i luftförbrukning. Om hänsyn tas till reservluften måste även säkerhetsmarginaler ingå för att inte tänja på gränserna. Syftet med att ha reservluft för rökdykarna är att den enbart är till för att säkra andningen i en krissituation, det vill säga allt som ligger utanför en normal insats. En övre gräns på till exempel 25 minuter kan ej anses som definitiv, då ingen säkerhetsmarginal i så fall existerar med avseende på reservluften.

Vidare förs diskussionen kring det faktum att efter dessa 30 minuter som avsätts för en invändig första insats måste byggnaden bibehålla sin bärförmåga ytterligare. Det går inte att bara anta att efter 30 minuter är det fritt fram för konstruktionen att kollapsa. Med tanke på ovanstående uppräknade variationer inom tidsramarna kan ingen garantera att en första invändig insats tar exakt 30 minuter. Därför läggs en tid på ytterligare 30 minuter till för att höja säkerheten ytterligare. Inom ramen för denna ytterligare tid på 30 minuter skall även en andra insats kunna utföras så att nödställda rökdykare skall beredas möjlighet att undsättas.

Vid projektering efter dessa värden bör det dessutom inses att om fastighetsägaren/nyttjaren förväntar sig att räddningstjänsten skall rädda värden och en insats kan pågå länge, så måste byggnaden dimensioneras efter detta. Det vill säga att ytterligare 30 minuter läggs till för varje förväntad rökdykarinsats.

Byggnadsprojektören har även möjlighet att styra aktionstiden med hjälp av brandcellsindelning. Indelningen av en byggnad i brandceller kan göras så att brandbelastningen i varje brandcell hålls nere. Görs detta har insatspersonalen större möjlighet att bekämpa branden snabbt. En lägre brandbelastning kan även medföra att brandens maximala effekt sänks vilket även det ökar möjligheterna till en effektiv släckinsats.

## 9.2 Temperatur och strålning

Värmestrålning och temperatur är två parametrar som är tätt knutna till varandra. De rapporter som finns på området behandlar i många fall båda, även om fokus ofta ligger på den ena. Enkelheten att mäta de båda gör att det finns en hel del forskning gjord på området. Forskning på människor är dock lite vanskligt. På grund av etiska skäl kan inte en människa utsättas för så höga temperatur och strålningsnivåer att smärtgränsen överskrids. Värden som framkommer på området är nivåer där smärta ej uppträder, och inte där smärta garanterat uppträder. Detta innebär att de värden som redan finns kan anses konservativa med tanke på att de är lägre än för verklig smärtgräns.

Analysen av värmestrålning innebar i praktiken att de gamla värden som fanns uppdaterades. Grafen och strålningsnivåerna som Ulf Danielsson tagit fram på åttiotalet anses fullt användbara efter en uppdatering gällande larmställen. Utvecklingen på larmställsområdet har gått framåt och de larmställ som används idag skyddar betydligt bättre än de som fanns tillgängliga när Danielssons rapport skrevs.

Resultatet av uppgraderingen av larmställen och skyddsfaktorn i kapitel 6.3 medför att en rökdykare kan vistas i miljöer där strålningen är hög under betydligt längre tid än vad som tidigare angetts och tillämpats. Extrapolering av värden ur Danielssons graf för skyddsfaktor 7 ger att under 5 minuter exponering kan  $10 \text{ kW/m}^2$  accepteras. Är strålningen  $5 \text{ kW/m}^2$  kan detta accepteras i 10 minuter. Då båda dessa tidsintervall är kortare än de värden som angivits som rimliga för att utföra en rökdykarinsats måste även en grundnivå definieras. Denna grundnivå sätts till  $3 \text{ kW/m}^2$ . Detta värde är något högre än det Danielsson anger för skyddsfaktor 7. Att  $3 \text{ kW/m}^2$  ändå accepteras beror främst på att, enligt de kriterier för utrymning som redovisas i det allmänna rådet i avsnitt 5:361 i BBR, medges att privatpersoner klarar en strålnings-intensitet på  $2,5 \text{ kW/m}^2$  under 40 minuter. Används denna definition även för  $3 \text{ kW/m}^2$  skulle det medföra att privatpersoner skulle kunna utsättas för detta under 30 minuter. Vilket indikerar att en person iförd larmställ bör klara dessa nivåer under längre perioder än så.

Däremot behövs vidare forskning och tester för att fastställa om ytterligare högre säkerhetsfaktorer än den i rapporten rekommenderade skall användas. Möjligen klarar dagens larmställ att skydda vid högre strålningsintensitet, men för att vara på den säkra sidan sattes värdet till det ovan angivna.

Sett till de temperaturvärden som sammanställts och analyserats i denna rapport så anses en rökdykare klara av att arbeta i temperaturer upp till 200°C under relativt långa perioder utan att smärtgränsen nås. Resultatet baserar sig på de uppmätta hudtemperaturer som Lundström m.fl. redovisat vid olika brandgastemperaturer. Dessa uppmätta värden för hudtemperatur visade sig för 200°C i undre brandgaslagret, ligga under den gräns för smärta som Danielsson anger till 45°C. Temperaturer upp till 300°C accepteras under kortare perioder på upp till en minut.

För att dessa värden inte skall överskridas bör brandtekniska åtgärder vidtas vid projekteringen av en byggnad så att förhållandena är acceptabla. Exempel på åtgärder som kan vidtas är sprinkler och brandgasventilation för att antingen kyla eller för att avlasta utrymmet som rökdykarna befinner sig i. Åtgärder av detta slag förbättrar miljön avsevärt för en rökdykare med avseende på temperatur och strålning.

### 9.3 Sikt och orientering

Problemen med att ta fram en undre siktstäckta, under vilken en räddningsinsats inte längre kan anses säker, uppträdde redan vid definitionen av rökdykning. Att rökdykning är inträngning i tät brandrök verkar självklart, och denna definition kan snarast anses vara till för en övre gräns. Det vill säga att när röken blivit tillräckligt tät skall säkerhetsföreskrifterna för rökdykning följas.

I denna rapport ligger intresset istället på att ta fram en minsta siktsträcka i stora och komplexa lokaler vid vilken insatspersonalens säkerhet inte äventyras. En sådan gräns finns inte att hämta någonstans i litteraturen idag. Gränsvärden finns enbart framtagna för utrymning av civilpersoner. Vid rökdykning anses var och en vara sitt eget skyddsombud och göra en egen bedömning om siktsträckan är för kort för att garantera den egna säkerheten. Tyvärr är detta inget som går att projektera efter.

Ansatsen blev istället att undersöka den litteratur som finns där undersökningar gjorts på insatsers effektivitet i rökfyllda lokaler. I det material som använts som underlag i denna rapport har rökdykarnas kommentarer sparats som ett resultat. Ur dessa har kunnat utläsas de problem och risker som uppstår vid kort siktsträcka. Vid en jämförelse av kommentarer mellan de fall där rökdykarna haft klar sikt och de där siktsträckan varit kort kan påvisas att när siktsträckan blir mer än tre meter är kommentarerna ungefär likvärdiga vad det gäller uppfattningen av olika risker.

När detta analyserades i rapporten framkom att rimlig nivå för sikt är minst 3 meter sikt vid insatser i stora lokaler. Detta baseras i huvudsak på att insatspersonalen har utrustning anpassad för inträngning i hög riskmiljö och att en rökdykare förväntas göra en insats under betydligt svårare förhållanden än en utrymmande civilperson. Om förhållandena i lokalen däremot anses som goda så kan undantagsvis kortare siktsträcka accepteras.

Värdena som tagits fram är endast till för stora lokaler och utrymmen. Små lokaler och utrymmen, såsom lägenheter och liknande, kan inte ha samma krav på siktsträcka. En

lägenhet har sällan så pass stor yta att 3 meter sikt är möjligt. Däremot anses en lägenhet vara en mindre komplicerad miljö, och det är inte så svårt att orientera sig via väggar i sådana utrymmen. Till exempel kan inte ett rum med måtten 3×3 meter ha kravet 3 meter sikt om det är rökfyllt. Det faller på sin egen orimlighet att kunna projektera ett utrymme på det sättet. Dessutom projekteras denna typ av lokaler och utrymmen sällan eller aldrig analytiskt. Därför accepteras betydligt kortare siktsträcka i denna miljö. Räddningstjänsten accepterar i praktiken en siktsträcka på 0 meter sikt i en lägenhet.

Resonemanget leder dessutom in på miljön i utrymmet i stort. Byggnadens geometri och möblering kan både underlätta och försvåra möjligheten att orientera sig i utrymmet. Är det mycket väggar, nivåskillnader och stora mängder möbler så försvåras framkomligheten ytterligare. Nivåskillnader är en lömsk fara när sikten i övrigt är dålig och kan leda till fallskador. Högt staplade inredningsdetaljer kan rasa över rökdykaren om de knuffas till etc. Säkras däremot sikten så att insatspersonalen kan se vad som finns i närområdet och orientera sig minskar naturligtvis risken för skador.

Några sätt att lösa siktproblemen är att installera brandgasventilation, använda IR kamera, och att använda insatsplaner som orienteringsinstrument.

Brandgasventilation är ett bra sätt för att förbättra siktförhållandena i en stor lokal. Men det är däremot en mindre bra, för att inte säga omöjlig lösning, i en lägenhet. Däremot kan en IR kamera vara en god investering för att lösa problemet. Förslagen på lösningar bör ändå kombineras med en insatsplan där räddningstjänsten är involverad på det sättet att dom får komma med synpunkter på vad som ska ingå i insatsplanen.

Inga riktlinjer finns för hur en insatsplan skall se ut utan det är upp till varje kommun att bestämma vad som gäller. Ett flertal rapporter från Brandteknik på LTH har dock tagits fram i ämnet. Jimmy Jönsson och Pontus Löfving talar till exempel i sitt examensarbete (*Jönsson & Löfving, 2001*) vid Brandteknik om hur utformningen av insatsplaner skulle kunna gå till med en uppdelning i olika informationsnivåer beroende på hur ”akut” informationen är vid en eventuell insats.

Insatsplaner förbättrar helt klart säkerheten och bidrar således till att en effektivare insats kan utföras. En snabb överblick av objektet innan inträngning förbättrar orienteringen för rökdykarna vid en insats och insatspersonalen kan bedöma utrymmet bättre. Informationsnivån på insatsplanerna bör vara av sådan art att brandcellsindelning, bärförmåga, angreppsvägar och fasta brandtekniska installationer finns med på ett lättöverskådligt sätt.

## 9.4 Bärverk och nedfallande byggnadsdelar

I dagens regler finns inga klara direktiv för hur en byggnad ska vara utförd med hänsyn till insatspersonalens säkerhet. Det kan tyckas självklart att en byggnad ska bibehålla bärförmågan även under räddningstjänstens insats. Men eftersom räddningstjänsten både förväntas och accepterar att arbeta under mycket svåra förhållanden har kanske kraven på bärverk och stomstabilitet ej utretts, eller möjligen förbisetts, samt att det finns byggnader som saknar brandtekniska krav på bärverk.

Att kategoriskt säga att alla byggnader måste uppfylla stomstabiliserande krav vid brand är dock inte rimligt. Att alltid förutsätta invändig insats i en byggnad kan till och med anses dumdrigt (*Wesley, 2007*). Detta styrks även av texten i *Regelsamling för konstruktion*

(2006), att det inte är sannolikt att någon person befinner sig inne i en Br3 byggnad när branden uppnått sådan effekt att den påverkar bärverkets bärande förmåga. Av största vikt här är därför att räddningsmanskaps säkerhet har klart för sig vilka krav en byggnad uppfyller när insatsen påbörjas (*Snickars, Wesley, Wikström, 2007*). En lösning på detta är att ange byggnadens utförande med avseende på bärighet, klassning och brandcellsindelning på en insatsplan som är tillgänglig för räddningstjänstens personal.

Exempel på byggnader som idag helt saknar krav på bärverk är lager och andra byggnader i klass Br3. Dessa byggnader tillåts idag kollapsa efter att en eventuell utrymning klarats av. När räddningstjänsten då kommer på plats så kan inte deras säkerhet anses vara tillfredsställande vid en invändig insats. Räddningstjänstens uppgifter blir då istället att begränsa branden genom utvändigt släckning, samt att förhindra spridning till andra byggnader. Flertalet svar från enkäten verifierar att detta är det agerande som tillämpas idag. Detta stöds även av den prioritetsordning som gäller för en insats, först rädda liv, sedan rädda egendom, och till sist rädda miljön. Finns det vid egendomsräddning en risk för insatspersonalens liv och hälsa så är det indirekt livräddning igen.

Givetvis kan invändig insats aldrig uteslutas helt. Vid brand i en byggnad, där till exempel inga bärverkskrav finns, måste räddningsledaren vara den som tar beslut om en invändig insats kan ske. Är bedömningen att invändig insats är möjlig, utan att insatspersonalens säkerhet äventyras, skall så alltid ske. Ett sådant scenario är fullt tänkbart om räddningstjänsten till exempel anländer medan branden ännu bara har en ringa omfattning. Om bedömningen vid projekteringen däremot är att en inre insats kan bli nödvändig, i livräddande eller egendomsskyddande syfte, måste bärverksförmågan hos byggnaden garanteras under den tid en sådan förväntas ske. Det vill säga den tid för total insats som definierats i Kapitel 5.1. Risken för nedfallande byggnadsdelar får under denna tid inte heller vara sådan att det utgör en fara för insatspersonalen.

Efter färdig projektering ska, enligt avsnitt 5:12 i BBR, en brandskyddsdocumentation tas fram som tillhandahåller samtlig information som är av intresse för räddningstjänsten. I denna information måste tydligt framgå om bärverket i byggnaden är projekterat för att möjliggöra en invändig insats eller ej. Det blir sedan räddningstjänstens ansvar att hämta in denna information och att hålla sig uppdaterade på de objekt som finns i den aktuella kommunen.

Viktigt att ta hänsyn till vid dimensionering av bärverk med avseende på brand är givetvis att det inte enbart är räddningsmanskaps säkerhet som styr kraven på dessa. Till exempel får en byggnad inte kollapsa så att den kan skada människor i omgivningen, eller så att brandspridning till andra byggnader sker på grund av detta. Avseende räddningsmanskaps säkerhet behövs dock enbart visas att bärverket behåller sin bärande förmåga under tiden för total insats.

Vilket system som väljs för att uppfylla kraven är egalt bara det klart och tydligt framgår vilka åtgärder som utförts och att de är validerade. Sett till resultaten och problemställningarna så är det i första hand brandgasventilation och sprinkler som kan komma ifråga som lösning. Visserligen är inte sprinkler det optimala valet med avseende på sikten i en lokal men fördelarna vad det gäller reduktion av temperatur och strålning överväger. Brandgasventilation är ett annat bra val med tanke på att det är relativt billigt och enkelt att dimensionera och installera, samt att det främjar siktförhållandena i byggnaden. Nämnas bör också att om dessa system inte finns installerade, eller av någon anledning inte fungerar samt är en förutsättning för att garantera bärförmågan, kan inte säkerheten för insatspersonalen anses tillfredsställande.

### 9.4.1 Överglasade atrier

I specialfallet överglasade atrier konstateras att många glastyper klarar av en temperaturpåverkan på 300°C i 30 minuter. Sådant glas betecknas i allmänhet 300/30 och är ofta det naturliga valet vid överglasade gårdar och atrier på grund av övriga byggnadstekniska krav.

Detta betyder att sådant glas inte utgör någon risk för räddningsmanskapskapet under den del av brandförloppet där temperaturpåverkan mot glaset inte överskrider de värden som nämnts i förra stycket. Om branden är placerad långt ner i ett atrium kommer det troligtvis ta mycket lång tid innan dessa förhållanden uppnås på grund av de stora volymer som ett atrium utgör.

Den forskning som gjorts på området har inte tittat på hur länge glaset kan motstå 300°C utan testen har avbrutits efter 30 minuter. Därför går det ej att med säkerhet säga hur lång tid utöver dessa 30 minuter glaset inte utgör någon risk för räddningsmanskapskapet. Alltså vore vidare forskning på området bra. Även forskning på hur länge glas som inte uppfyller dessa kriterier håller vid lägre temperaturpåverkan vore önskvärt. Om projektören då kan visa att temperaturen i atriet kan hållas ännu lägre, till exempel med brandgasventilation, kan kanske även detta glas användas.

På detta område kommer alltså inga slutsatser att dras utan enbart en rekommendation om fortsatt forskning. Istället hänvisas till de allmänna slutsatser om bärighet som dras och att dessa skall gälla även överglasade atrier.

## 9.5 Sammanfattande diskussion

För att en byggnad skall anses vara tillfredsställande säker för en insats konstateras att alla framtagna kriterier i denna rapport skall uppfyllas. Det räcker inte att bara uppfylla ett av dessa kriterier om insatspersonalens säkerhet skall anses beaktad. Vidare finns det även andra krav som skall uppfyllas som ligger utanför de krav och kriterier som diskuteras i denna rapport. Exempel på sådana krav är framkörningsvägar, säkert släckvatten och det som i övrigt återges i bland annat BBR. Helheten är det som avgör om en säker invändig insats kan utföras, kriterierna står inte på egna ben vart och ett för sig. Vidare måste även övriga grundläggande krav i BBR uppfyllas.

Inom ramen för hur lång tid en insats förväntas ta ska kriterierna för strålning, temperatur, sikt, och bärverk uppfyllas. Således uppstår en paketslösning som påverkar dimensioneringen av en byggnad. Inom denna tidsram sammanfaller kraven på temperatur och strålning med

kraven på bärverk på det sättet att strålning och temperatur samverkar, som i sin tur påverkar bärverket. Låg effektutveckling ger lägre strålning och temperatur, vilket gör att belastningen på byggnadens konstruktion blir mindre och att bärförmågan därigenom förbättras.

Det som styr vilka förhållanden som antas råda inne i byggnaden vid analytisk dimensionering är den dimensionerande branden. Denna ska täcka in samtliga tänkbara scenarion i byggnaden och byggnaden måste sedan uppfylla alla krav under detta dimensionerande brandförlopp. Görs inte detta måste brandtekniska åtgärder vidtas, alternativt måste brandbelastningen i byggnaden minskas. Om en byggnad dimensioneras för en inre släckinsats finns dessutom ytterligare en aspekt att ta hänsyn till vid beaktandet av dimensionerande brand. Denna brand kan inte tillåtas tillväxa oändligt. Gör den det kommer effekten troligtvis överstiga den effekt räddningstjänsten har resurser att kontrollera. Passerar brandens effekt denna gräns spelar det ingen roll att insatsmiljön uppfyller alla krav, räddningstjänsten kommer ändå inte att kunna bekämpa branden.

Med ovanstående resonemang inses att valet och placeringen av en dimensionerande brand är av yttersta vikt. Eftersom ämnet dimensionerande brand är väldigt omfattande och beroende av många parametrar som byggnadsgeometri, byggnadsvolym, takhöjd, bränsleegenskaper med mera, anses en djupare analys av dimensionerande bränder ligga utanför rapportens avgränsningar. Dock inses att ett behov finns av ytterligare forskning på just detta område för att eventuellt fastställa gränsvärden med avseende på den dimensionerande branden, om så är möjligt.

Kriterierna för sikt är inte lika naturligt kopplade till bärverkskraven. Däremot finns det ingen tvekan om att sikten är viktig för insatspersonalens säkerhet. Alla åtgärder som förbättrar sikten höjer säkerheten för insatspersonalen. Med bättre sikt kan insatsen förenklas och förkortas, vilket gör att exponeringen för en farlig miljö blir mindre.

Samtliga kriterier skall uppfyllas på höjden 1,5 meter över golvet. Detta är en arbetshöjd som stämmer överens med de riktlinjer som redan finns framtagna i Australien (se kapitel 4.6.1). Samt att de värden som tagits från rapporten av Lundström m.fl. (2000) är medelvärden på 1,5 meter över golvytan.

Uppfylls kriterierna i rapporten anses byggnaden tillfredsställande säker för att kunna genomföra en invändig insats. Om så inte är fallet kan räddningsmanskaps säkerhet, vid en invändig insats, inte anses tillfredsställande. Enligt lag om skydd mot olyckor skall räddningstjänsten alltid minimera en eventuell risk för skada på egendom om detta föreligger. Naturligtvis skall alltid livräddande insatser prioriteras. En livräddande insats går före allt annat skyddsvärt vid en brand eller annan typ av olycka. Prioriteringsgången är livräddning, egendomsräddning och sist miljöskydd. På grund av detta kan inte egendomsskyddet vara ett självändamål om inte insatspersonalens säkerhet är tryggad. En bedömning av räddningsledaren huruvida en invändig insats kan ske eller ej utan att insatspersonalens säkerhet äventyras måste alltid ske. Som beslutsunderlag till detta är en insatsplan ett bra verktyg för att kunna ta rätt beslut, förutsatt att insatsplanen har fullgod information om byggnadens beskaffenhet. Räddningstjänsten tolkar idag den del av *Lag (2003:778) om skydd mot olyckor* som redovisas i kapitel 4.1.2 i denna rapport, som att en insatsplan ska upprättas av fastighetsägaren.

Om livräddning ej föreligger kan inte en invändig insats försvaras om brandens omfattning är stor. Är det fråga om en mindre brand där räddningsledaren bedömer en säker insats som

genomförbar, skall en sådan ske. Antag att byggnaden är av klass Br3, och att branden är av ringa omfattning, då kan bedömningen vara att invändig insats kan ske även om inte alla kriterier uppfylls (i detta fall bärförmåga vid brand). För att dessa bedömningar skall göras korrekt är det viktigt att räddningsledaren besitter tillräcklig teknisk förståelse om hur bärverket i en byggnad påverkas vid en brand.

Med utgångspunkt från räddningstjänstens önskan att alla byggnader skall beläggas med brandtekniska krav på bärverk förs följande resonemang. Att i ett samhällsekonomiskt perspektiv kräva att alla byggnader skall vara uppförda så att en invändig insats är möjlig kan inte anses rimligt. Nyttan med en invändig insats måste alltid analyseras. För att rädda ekonomiska värden vid en invändig insats bör en analys utföras där de förväntningar fastighetsägaren och/eller nyttjaren av fastigheten har på räddningstjänsten, tas med. Kräver någon av dessa att olika ekonomiska värden i byggnaden skall skyddas så måste byggnaden projekteras efter detta. I andra fall måste nyttan med en invändig insats sättas i ett samhällsperspektiv. Om ingen invändig insats förväntas så behöver inte de brandtekniska kraven på bärverk höjas för en byggnad som idag saknar dessa krav (befintlig byggnad eller vid nyproduktion). Jämförs den samlade nyttan för en invändig insats med kostnaden det skulle innebära att uppföra samtliga byggnader för invändig insats, så skulle kostnaderna de höjda kraven medför sannolikt överstiga vinsterna med stor marginal. Vid analytisk dimensionering måste dock kriterierna framtagna i denna rapport uppfyllas med avseende på hänsynstagandet för räddningsmanskaps säkerhet.

Omvänt gäller att om valet görs att ingen invändig insats förväntas av fastighetsägaren så kan byggnaden uppföras utan krav på strålningsnivåer, temperaturer, sikt och bärverk så länge kraven för utrymning och övriga byggnadstekniska krav följs. Följden av det sistnämnda blir att räddningstjänsten i så fall enbart kan utföra begränsande släckning för att förhindra brandspridning till angränsande byggnader och fastigheter.



## 10 Slutsatser

För att räddningsmanskapets säkerhet under insats skall kunna anses beaktad vid en analytisk dimensionering av en byggnad skall de, under varje rubrik i detta kapitel, presenterade kriterierna uppfyllas. Vid förenklad dimensionering anses räddningsmanskapets säkerhet beaktad enligt de regler och krav som beskrivs i BBR.

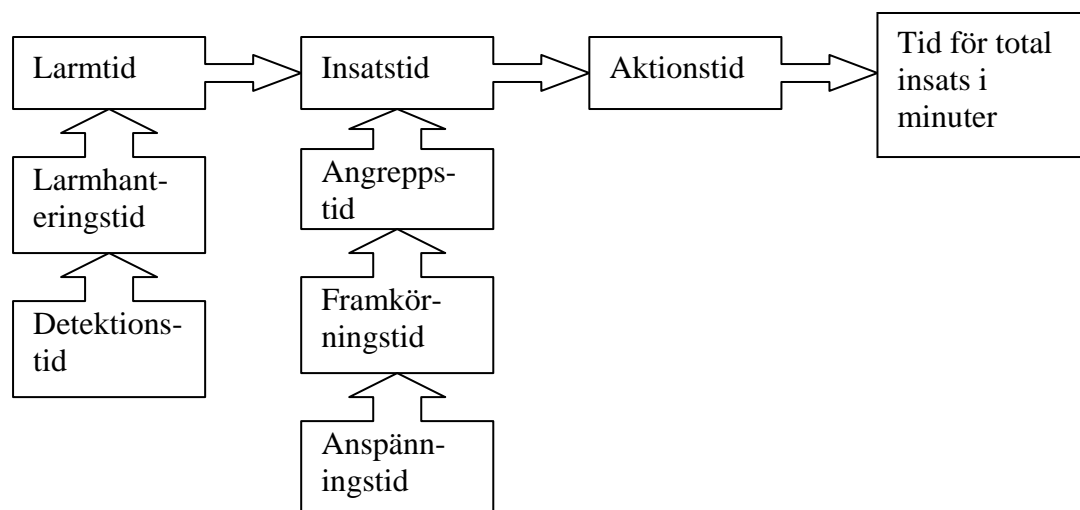
Att kräva att alla byggnader skall möta dessa krav är dock inte rimligt. Istället måste frågan ställas vad som kan vinnas med en invändig insats. Är det fråga om livräddning skall detta alltid kunna ske. I övriga fall är det upp till projektören/fastighetsägaren att bedöma om byggnaden ska dimensioneras för att en invändig insats skall kunna genomföras, till exempel i syfte att skydda värden.

Även om en byggnad inte är dimensionerad för en invändig insats skall detta ske om så är möjligt. En bedömning av räddningsledaren måste alltid göras om en invändig insats kan ske utan att insatspersonalens säkerhet äventyras.

### 10.1 Insats

De tider som tagits fram i denna rapport kan användas som utgångspunkt för att dimensionera en byggnad med avseende på insatspersonalens säkerhet. Dessa tider är minsta rimliga värden, under vilka en säker miljö för räddningsmanskapet skall beaktas, om räddningstjänsten förväntas utföra en första invändig insats i byggnaden.

Tiden för total insats definieras som Larmtid + Insatstid + Aktionstid, där aktionstiden definierats till 30 minuter för en första invändig insats, och en säkerhetsmarginal har lagts till på 30 minuter. Säkerhetsmarginalen byggs in i begreppet aktionstid och avser att främja för extra insatser för att kunna rädda egen personal. Detta beskrivs av flödesschemat redovisat i figur 10.1.



Figur 10.1 Flödesschema över olika tidsdelar av en insats.

Kriteriet är således att tid för total insats i minuter är det som *skall* användas vid analytisk dimensionering av byggnader där inre insats skall kunna genomföras.

## 10.2 Temperatur och strålning

- De värden som presenteras i kapitel 6.3 för branddräkt med skyddsfaktor 7 är de värden som en byggnad *skall* projekteras efter vad det gäller strålning.
- Detta ger att maximalt tillåtna strålningspåverkan blir 10 kW/m<sup>2</sup> i 5 minuter, 5 kW/m<sup>2</sup> i 10 minuter samt 3 kW/m<sup>2</sup> i 30 minuter.
- Temperaturerna 200-300°C *skall* vara utgångspunkten i projekteringen, där 200°C är den dimensionerande högsta temperaturen och 300°C kan tillåtas under kortare tidsperioder.

## 10.3 Sikt och orientering

De kriterier som tagits fram angående sikt i en byggnad gäller enbart komplexa och stora lokaler. För mindre utrymmen såsom lägenheter och liknande accepteras *betydligt* kortare siktsträckor.

- En siktsträcka på 3 meter *skall* gälla vid komplicerade miljöer med många hinder och nivåskillnader i byggnaden.
- Kortare siktsträcka än 3 meter *kan* godkännas vid goda förhållanden och okomplicerade miljöer.
- Insatsplaner *skall* upprättas för att underlätta orienteringen i objekt där planlösningen annars kulle kunna orsaka orienteringsproblem för insatspersonalen.
- Insatsplaner skall ses som ett *komplement* till de kriterier som gäller för sikt.

## 10.4 Bärverk och nedfallande byggnadsdelar

- I byggnader där invändig insats anses nödvändig *skall* bärförmågan, under tiden för total insats, garanteras i sådan utsträckning att byggnadskollaps ej riskeras.
- I Br3 byggnader, där inga brandtekniska krav på bärverk finns, kan *ej* räddningsmanskapets säkerhet vid invändig insats anses vara tillfredsställande. Detta gäller framför allt om brandens omfattning är stor. Vid mindre omfattning måste beslut tas av räddningsledare om invändig insats ändå är möjlig.
- Risk för nedfallande byggnadsdelar får *ej* förekomma under tiden för total insats i sådan utsträckning att detta utgör en fara för räddningsmanskapet.
- Om installerade brandtekniska system inte fungerar kan *ej* säkerheten i byggnaden anses vara tillfredsställande med avseende på insatspersonalen.
- Räddningstjänsten i Sverige behöver säkerställa att räddningsledare besitter kunskap och teknisk förståelse om byggnadskonstruktion för att kunna fatta rätt beslut om inträngning i en byggnad. Detta för att undvika att insatspersonalen utsätts för risker i byggnader utan krav på brandskyddat bärverk.
- Insatsplaner *bör* användas som ett beslutsunderlag för insats, där det klart och tydligt framgår vilka krav på bärverk som byggnaden uppfyller.
- Vidare forskning behövs angående temperaturpåverkan, under längre tidsintervall än vad som redan utförts på glas innan konkreta slutsatser kan dras på området.

## 10.5 Sammanfattande slutsatser

Bärförmågan skall bibehållas under tiden för total insats.

I Br3 byggnader måste i samtliga fall räddningsledaren fatta beslut om invändig insats då bärverket ej är brandklassade i dessa byggnader.

Tid för total insats beräknas enligt tidigare föreslagen metod i figur 10.1.

Nedan presenteras en sammanfattande tabell med övriga värden som anses gälla som kriterier för räddningsmanskapets säkerhet vid insats.

Följande värden får inte överskridas, på 1,5 meters höjd över golvnivån, för att räddningsmanskapets säkerhet skall anses beaktad:

Tabell 10.1

|                                    | <i>Accepterat värde</i>  |
|------------------------------------|--|
| <b>Strålning</b>                   | Max. 3 kW/m <sup>2</sup><br><br>5 kW/m <sup>2</sup> kan accepteras under en period på 10 minuter<br><i>eller</i><br>10 kW/m <sup>2</sup> under en period på 5 minuter. |
| <b>Temperatur</b>                  | Max. 200°C<br><br>Kortare perioder < 1 min kan temperaturer upp till 300°C accepteras.   |
| <b>Siktsträcka i stora lokaler</b> | Minst 3 meter.<br><br>Om geometrin anses okomplicerad kan kortare siktsträcka än 3 meter accepteras.   |

Dessa värden får *ej* överskridas under tid för total insats .

## Referenser

### Litteratur

Andersson Lennart, 2001, *Försök med IR-kamera vid rökdykning*, Räddningsverket, Karlstad, ISBN 91-7253-222-X

*Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 1995:1*, Arbetsmiljöverket, Solna, ISBN 91-7930-295-5

BABS 1960:1, *Anvisningar till byggnadsstadgan*, 1961, Kungliga byggnadsstyrelsen, Stockholm

BABS 1967, *Svensk Byggnorm 67*, 1967, Statens Planverk, Stockholm

Bengtsson Staffan, 1992, *Forskningsbehov Brandskydd av överglasade gårdar*, Brandskyddslaget, Stockholm

BFS 1993:57 med ändringar fram till 2006:12, *Boverkets byggregler (BBR), 2006*, Boverket, Karlskrona, ISBN 91-7147-718-7

Björnberg Fredrik, Melin Göran, 2003, *Att beställa och utforma räddningsinsatser, med Jönköping som exempel*, Statens Räddningsverk (SRV), Karlstad, ISBN 91-7253-210-6

*Brandsikring af byggeri*, 2005, Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut (DBI), Hvidovre, ISBN 87-88961-73-7

*Brandskyddshandboken*, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2005.

*Brandventilation för industri- och lagerbyggnader*, 1982, Svenska Brandförsvarsföreningen (SBF), Stockholm, ISBN 91-7144-206-5

*Building Regulations 2000 Approved Document B-vol. 2 Fire Safety 2: nd edition*, 2007, National Building Specification (NBS), London, ISBN-13 978 1 85946 262 1

*Compliance Documents for New Zealand Building Code Clauses C1, C2, C3, C4, Fire Safety*, 2005, Department of Building and Housing, Wellington, ISBN 0-477-01606-5

Danielsson Ulf, 1984, *Människans fysiska tålighet vid brand, värmeupplagring, brännskada*, FOA rapport C 54055-H1, Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm

Dryselius Harald, Hermelin Johan, Schnell Göran, 2004, *Lagen om skydd mot olyckor*, Svenska brandförsvarsföreningen (SBF), Stockholm, ISBN 91-7144-368-1

Eriksson Linus, Svensson Ingvar, 2003, *Brandskydd i byggprocessen*, Svenska brandförsvarsföreningen (SBF), Stockholm, ISBN 91-7144-362-2

Fallqvist Kjell, Klippberg Anders, Wallin Anders, 2005, *Brandskydd i Boverkets byggregler BBR*, Svenska brandförsvärsföreningen (SBF), Stockholm, ISBN 91-7144-354-1

*Fire Brigade Intervention Model Oct 2004 (FBIM)*, section 6, Australian Fire Authorities Council

*Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK), FOR 1997-01-22 nr 33*, 2007, Kommunal- og regionaldepartementet (KRD), Miljøverndepartementet (MD), Bolig- og bygningsavd., Oslo

Frantzich Håkan, 1990, *Överglasade gårdar Rökventilation*, Brandteknik, LTH, Lund

Hoschke B.N., 1981, *Standards and specifications for firefighters' clothing*, Fire safety journal 4 1981

*International Fire Engineering Guidelines Edition (IFEG)*, 2005, Australian Government, State and Territories of Australia, Canberra, ISBN 1741 614 562

*ISO Fire Resistance Tests- Elements of Building Construction*. ISO 834, 1975, International Organization for Standardization, Berlin

Jönsson, Jimmy & Löfving, Pontus, 2001, *Insatsplanering för räddningstjänsten som ett led i det totala säkerhetsarbetet*, LTH, Lund

Karlsson Björn, Quintiere James G., 2000, *Enclosure fire dynamics (EFD)*, CRC Press LLC, ISBN 0-8493-1300-7

Lenmalm, Birger, 1998, *Räddningstjänstinsatser vid industribränder*, Brandforsk projekt nr 419-924

Lundström Sören, Svensson Stefan, Särdaqvist Stefan, 2000, *Släckförsök vid brand i stor lokal*, Räddningsverket, Karlstad, ISBN 91-7253-048-0

Månsson Lennart, 1991, *Brandprovningmetoder för tak till överbyggda gårdar och gator*, SP-Rapport 1991:14, Statens tekniska forskningsinstitut (SP), Borås, ISBN 91-7848-269-0

*NFPA 5000-Building Construction and Safety Code-2006 ed, National Fire Codes*, National Fire Protection Association (NFPA), Quincy, ISBN: 0-87765-140-X

PFS 1980:1, *Svensk Byggnorm 80*, 1980, Statens Planverk, Stockholm

*Regelsamling för byggregler – Boverkets byggregler, BBR*, 2006, Boverket, Karlskrona, ISBN 91-7147-960-0

*Regelsamling för konstruktion – Boverkets konstruktionsregler, BKR, byggnadsverkslagen och byggnadsverksförordningen*, 2006, Boverket, Karlskrona, ISBN: 91-7147-740-3

SFS 2003:788, *Lag (2003:788) om skydd mot olycka*, Svensk författningssamling

*Statens räddningsverks meddelande 1987:5*, Statens räddningsverk (SRV), Karlstad

*The Building Regulations 1992*, New Zealand Government-1992, Wellington,

*TNC 95 Plan och byggtimer*, 1994, Tekniska nomenklaturcentralen Solna, ISBN 91-7196-095-3

*Överbyggda gårdar eller gator – Brandskydd, Rapport, NKB-skrift nr 56, 1988*, Nordiska Kommittén för Byggbestämmelser (NKB), Köpenhamn

## Muntliga

Andersson Mikael, 2007, Produktchef rökdykning Interspiro, muntlig, telefonsamtal, 10/8-07

Björnberg Fredrik, 2007, brandingenjör Vaggeryds räddningstjänst, Vaggeryd, muntlig, telefonsamtal 1/8-07

Gadmar Torgny, 2007, produktchef Procurator textiles, Borås, muntlig, telefonsamtal 20/6-07

Johansson Anders, 2007, sakkunnig brandingenjör, Boverket Karlskrona, muntlig, telefonsamtal 29/5-07

Snickars Torwald, 2007, överingenjör Stockholms brandförsvaret, Stockholm, muntlig intervju, 20/6-07

Wesley Stefan, 2007, brandingenjör Nacka brandförsvaret, Nacka, muntlig intervju, 2/7-07

Wikström Fredrik, 2007, brandingenjör Brandkåren Attunda, Sollentuna, muntlig intervju, 20/6-07

## Elektroniska

Boverket, 2007, <http://www.boverket.se/templates/Page.aspx?id=2992&epslanguage=SV> (hämtad; 2007-06-27)

Fallqvist Kjell, Hansson Per, Marberg Per-Anders, Ståleker Christian, 2007, *Utredning byggnadsklassificering Boverkets byggregler, avsnitt 5 brandskydd*, <http://www.boverket.se/upload/bygga%20och%20f%c3%b6rvalta/bifogade%20filer/nybyggnad/brandskydd/bbr-klassificering,%20070227.pdf> (hämtad; 2007-06-27)

Gunnarsson Ronny, 2007, <http://infovoice.se/fou/bok/10000025.htm> (hämtad; 2007-08-08)

Högskoleverket, 2007, <https://www.studera.nu/ordlista.shtml#K> (hämtad; 2007-08-08)





## Bilaga A – Enkäten

### Enkät

#### Räddningspersonals säkerhet under insats i lagerbyggnader, underjordsanläggningar och överglasade atrium

Som en avslutande del för att ta examen till Brandingenjör vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) skall varje elev skriva ett brandtekniskt projektarbete under sista terminen. Vi som skriver detta projektarbete, som är avsett att ta fram riktlinjer för hur insatspersonalens säkerhet bör beaktas i samband med byggnadsprojektering, är Mikael Gradén och Joakim Liljedahl, båda Brandingenjörsstuderande vid LTH.

Vi vill med denna enkät ta reda på hur länge en byggnad bör stå emot en brand innan kollaps sker, detta med avseende på insatspersonalens säkerhet under själva insatsen. Vi hoppas även kunna få in åsikter ifrån Räddningstjänsten på vad som anses vara de största säkerhetsriskerna vid dessa speciella typer av objekt

Vi vill betona att denna enkät enbart är avsedd för byggnadskonstruktioner och krav. Personlig säkerhetsutrustning hos insatspersonal och annan utrustning som finns hos Räddningstjänsten är inte av intresse för oss i detta skede.

Vi anser att det är av yttersta vikt att få in så många svar på enkäten som möjligt med tanke på att det i grund och botten handlar om den egna personalens säkerhet och välmående.

Vidare är det önskvärt att inte bara brandingenjörer bidrar med åsikter i enkäten, utan även brandmästare, brandförmän och brandmän bör delta med synpunkter där så är möjligt. Ett tips kan vara att gå igenom insatsrapporter för objekt enligt rubriken.

Alla svar kommer naturligtvis att behandlas helt anonymt och endast resultaten kommer att redovisas i rapporten. Om ni däremot *kan* tänka er att delta i en eventuell uppföljning av enkäten i form av t.ex. kortare telefonintervjuer, lämna då gärna namn och tel.nr. längst ner på enkäten.

### Tack på förhand

*Mikael och Joakim*

När ni fyllt i enkäten önskar vi att ni returnerar den till oss **senast den 25/4** så att vi kan börja gå igenom resultaten. Detta görs enklast, antingen genom att fylla i den elektroniskt och bifoga den sparade filen i ett E-mail till [joakim.liljedahl.405@student.lth.se](mailto:joakim.liljedahl.405@student.lth.se) alt. [mikael.graden.937@student.lth.se](mailto:mikael.graden.937@student.lth.se) , eller genom att skriva ut den och skicka den ifyllda papperskopian till Joakim Liljedahl, Trädgårdsgatan 13B, 223 53 Lund alt. Mikael Gradén, Blidvädersvägen 4J, 222 28 Lund.

Enkätfrågorna berör endast byggnader av typen stora lagerlokaler, underjordsanläggningar och överglasade atrium.

1. Har Du/Ni varit med om en brand i någon/några typer av dessa anläggningar?

Ja                       Nej

Om Ja, vilken/vilka typer av anläggningar handlade det om?

Lagerbyggnad       Underjordsanläggning       Atrium

*Om du/ni svarat Ja på fråga 1 gå till fråga 2, annars gå direkt till fråga 4.*

2. Vid dessa insatser, uppstod det då säkerhetsrisker för räddningspersonalen?

Ja                       Nej

Om Ja, vilken typ av säkerhetsrisker uppstod? Beskriv kortfattat vad som hände vid de olika insatserna.

3. Vilka åtgärder vidtogs för att minimera dessa säkerhetsrisker? Beskriv kortfattat strategi och utgång.

4. Vilken risk för räddningspersonalen upplever Du/Ni som den **största** vid insatser på dessa typer av objekt? (Markera **max 3** alternativ per objektstyp)

|   | Lagerbyggnader           | Underjords-<br>anläggningar | Överglasade Atrier       |
|---|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Nedfallande byggnadsdelar   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Siktproblem   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Extrem värme  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Extrem effektutveckling   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Icke "överblickbart" arbetsområde   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Komplicerade inträngningsvägar  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Annat: <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/><br><input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/><br><input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |

5. Har Du/Ni önskemål på (rimliga) byggnadstekniska krav angående säkerheten för insatspersonal i dessa typer av byggnader? Beskriv kortfattat.

6. Anser Du/Ni att invändig släckning bör ske trots att inget liv finns att rädda?

Ja                   Nej

7. Anser Du/Ni att invändig släckning bör ske trots att övertändning redan har skett?

Ja                   Nej

8. Finns insatsplan på alla objekt, av ovan nämnda typer, i kommunen?

Ja                   Nej

Om nej, bör det finnas?

Ja                   Nej

9. Bör följande information finnas med på insatsplaner och vid larmtablåer? (Flera alternativ kan väljas)

|  | Ja                       | Nej                      |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Information om byggnadens konstruktion   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Information om brandgasventilation, sektionering och andra byggnadstekniska brandskyddande system                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Annat: <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 450px; height: 20px; vertical-align: middle;"></div> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

10. Övriga synpunkter.

**Tack för er medverkan!**



## Bilaga B – Sammanställning av fritextsvaren i enkäten

Vid dessa insatser, uppstod det då säkerhetsrisker för räddningspersonalen?

Om Ja, vilken typ av säkerhetsrisker uppstod? Beskriv kortfattat vad som hände vid de olika insatserna.

Vilka åtgärder vidtogs för att minimera dessa säkerhetsrisker? Beskriv kortfattat strategi och utgång.

---

Följande citat kommer från de som enbart angivit att de varit med om insats i lagerbyggnader;

*”Betong balkar rasade då de ej var förankrade i pelare.”*

*”Kortsidan av en vägg var nära att falla över personal som deltog i släckningsarbetet.”*

*”Nedfallande byggnadsdelar i samband med kollaps.”*

*”Ras av byggnad”*

*”Rasrisk”*

*”Rasrisk från pallställ samt tveksamheter ang byggnadens bärrighet. Långa inträngningsvägar Stora brandgasvolymen”*

*”Rökdykning med långa angreppsvägar, ras och acetylen gasflaskor har varit rikerna.”*

*”övertändningar p.ga. stora volymer. Byggnadskollaps”*

*”Rökdykare höll på att plockas ut då det rasade. Ingen skadades.”*

*”Säkerhetsavståndet ökades och släckningsarbetet begränsades till att skydda omgivande byggnader.”*

*”Vi avslutade den invändiga släckningen när släckförsöken inte bedömdes ha någon verkan på branden. Personalen informerades om rasrisken.”*

*”Utvändig släckning ingen rökdykning”*

*”Förkortad inträngningsväg för rökdykarna. Observation av byggnaden utifrån”*

*”ventilation på tak(håltagning) genomförde rökdykarinsats med med skyddsgrupper”*

*”Förändrad taktik”*

*”Brandgasventilation, kylning. LSB-metoden används ofta. Utvändig släckning.”*

Följande citat kommer från de som angivit att de varit med om insats i lagerbyggnader och underjordsanläggningar;

*”Bristen på fungerande samband mellan rd och rdl.  
Att inte känna till lokalen skapar osäkerhet vid orientering.  
Svårigheter att kyla och ventilera ut brandgaser.  
Med lagerutrymmen och affärslokaler följer stora mängder material som resulterar i att man får svårt att ta sig fram och orientera.  
Bristande rd-organisation vid stora insatser och många insatta styrkor.  
Undertak som kommer ned, t.ex. i form av "stålnätmattor" eller andra skivor i annat material.”*

*”Hög värmepåverkan, rasrisk, sprickbildning i bjälklag”*

*”Lagerlokal, risk för ras vid stor brandbelastning.  
Källare, många snabba övertändningar.  
Snabbt brandförlopp, hög värme.”*

*”Lång inträngning vid kabelbrand i tunnel, dålig sikt i kombination med stora ytor vid brand i T-baneuppgång. Hög brandbelastning i lager. Osäkerhet om bärighet i samband med lagerbrand.”*

*”Svårighet att bedöma takkonstruktion, risken för kollaps. Okända risker i verksamheten som Bf-vara eller stor brandbelastning har varit de överhängande riskerna vid ett antal lagerbyggnader. Vid brand i tunnel har okänd brand och långa inträngningsvägar och i mindre omfattning el varit de överhängande riskerna.”*

*”Radiolänkning för att förstärka och trygga samband.  
Att i ett tidigt skede få fram byggnadsritningar/beskrivningar.  
I ett fall användes PPV i ett tidigt skede för att ventilera ut brandgaser. I just det specifika fallet blev försöket misslyckat.”*

*”Övergick till släckning från skyddad plats, skum”*

*”Lagerlokal, utvändig släckning.  
Källare Skyddsgrupp och backupstrålrör utanför som vi använde.”*

*”Försök att styra brandgaser, tunnelbrand.  
Kylning med stor vattenmängd, lagerbrand.”*

*”Ta reda på vilken takkonstruktion lagerlokalen har, vilket är svårt när det är helt rökfyllt. Öka vattenpåföringen och om det går, öka ventilationen. Hålla koll på klockan och bedöma brandens intensitet. Att göra förnyade riskbedömningar är svårt i praktiken, det missas ofta. Vi har haft tur många gånger.”*

Följande citat kommer från de som angivit att de ej upplevt några risker i samband med insatserna;

”Säkerhetsgrupp för rökdykning med”

”Rökdykarreglementet samt rutiner för långa inträngningsvägar följdes  
Räddningsledaren begärde FRYL  
(Förstärkningsrutiner Yttre Ledning) oeg särskilt befäl utsågs att ansvara för säkerheten på skadeplats”

”Byggnadens hållfasthet utvärderas kontinuerligt under insatsen. Om byggnaden bedöms osäker, byts tillvägagångssätt till utvändig släckning.”

---

Har Du/Ni önskemål på (rimliga) byggnadstekniska krav angående säkerheten för insatspersonal i dessa typer av byggnader? Beskriv kortfattat.

---

”acceptabel brandventilation samt sprinkler”

”Anläggningar där räddningstjänsten svårligen kan göra en effektiv räddningsinsats borde vara sprinklade.”

”Bärighetskrav BR3byggnader andra än bostäder”

”Bärighetskrav i lagerlokaler och atrier. Ytbegränsning, sektionering av lagerlokaler.”

”Det måste såsom idag finnas tillgång till möjligheter att ventilera ut brandgaser i tillräcklig omfattning för att undvika övertändning av den stora brandgasvolymen.”

”Eftersom vi nästan aldrig vet med säkerhet om det finns människor kvar i byggnaden och eftersom vi faktiskt ska rädda värde så borde det inte finnas byggnader där människor kan arbeta som har mindre bärighet än 30 minuter. De byggnader som inte har min30 minuter bärighet borde vara utmärkta med skyltrisk.”

”Funktionskrav för räddningstjänstpersonal exempelvis m a p värme och sikt vid analytisk dimensionering”

”För underjordsanläggningar bör särskilda angreppsvägar för rtj anordnas, med brandhiss (fire fighting lift ex. BS 5588)”

”Jag anser att vi i Sverige har en rimlig nivå på våra byggnader”

”Krav på bärighet i Br3 byggnader (borde vara grundkrav)”

*”Kräv Br 3 på alla byggnader som man förväntas göra rökdykning i.”*

*”Nej, inga konkreta förslag. Dock bör tekniska byten analyseras och verifieras bättre med avseende på hur de påverkar det femte egenskapskravet (räddningsmanskapets säkerhet) i 4 § BVF. Ofta verifieras ju endast mot utrymnings säkerheten. Jag tror inte man kommer åt problemet i första hand via nya detaljregler utan snarare via tydligare riktlinjer för hur en funktionsbaserad dimensionering (särskilt analytisk men även förenklad dimensionering) ska gå till. Räddningstjänsten har en viktig roll och måste vara såpass samspelt att erfarenheter från insatser avseende manskapets säkerhet förs in i byggprocessen av de som agerar sakkunniga åt stadsbyggnadskontoret.”*

*”Rökluckor lätta att öppna utifrån.”*

*”Samtliga byggnadstyper bör konstrueras med väl tilltagna ventileringsmöjligheter. Det bör också finnas krav på inner/undertakskonstruktionen att motstå viss brandbelastning. Höj kraven på sprinkler.”*

*”Sprinklers”*

*”Sprinklerskydd önskas. Rasrisker beaktas vid projektering inte bara för de som rygger ut utan även för insatspersonal.”*

*”Takkonstruktionen för lagerbyggnader etc. bör hålla bättre vid brand.”*

*”Takventilation i lagerbyggnad  
Mekanisk brandgasventilation i djupt liggande utrymmen.”*

*”Även om en lagerlokal är en Br 3 byggnad bör bärigheten vara minst som en Br 1, (60 min.).  
När man projekterar dessa byggnader kan man ju ställa frågan till Byggherren: Vill man att Räddningstjänsten ska rökdyka i byggnaden eller inte? Rökdykning = Livräddning, bör man se till att byggnaden inte kollapsar alltså bygga med högre bärighetskrav än vad BBR kräver.”*

---

Bör följande information finnas med på insatsplaner och vid larmtablåer?  
Annat;

---

*”All relevant information bör finnas tillgänglig på objektet, ej på Räddningstjänsten. Nuförtiden vet man aldrig vilken styrka som är först på plats.”*

*”Dimensioneringsförutsättningar (förenklad eller analytisk), avsteg från BBR samt om alternativ utformning skett”*

*”Eventuella förväntningar på RTJ t.ex. öppnande av rökluckor el dyl”*

---



*”Information om vilken grundläggande skyddsstrategi det byggnadstekniska brandskyddet är utformat efter. (robusta passiva system eller avancerade aktiva system)”*

*”Ju mer desto bättre”*

*”särskilda risker (t ex gasflaskor)”*

*”Särskilda risker, förväntad bärighet vid brandpåverkan, osv.”*

*”var vistas människor, övernattning, speciella risker, stora värden”*

*”Övriga risker och värden att skydda”*

*”Ovanstående är ett önskeförhållande”*



## Bilaga C – Sammanställning av flervalssvaren i enkäten

|  |     |
|--|-----|
| Har Du/Ni varit med om en brand i någon/några typer av dessa anläggningar? |     |
| Ja   | Nej |
| 17   | 5   |

|  |                             |                       |
|--|-----------------------------|-----------------------|
| Om Ja, vilken/vilka typer av anläggningar handlade det om? |                             |                       |
| Lagerbyggnader   | Underjords-<br>anläggningar | Överglasade<br>atrier |
| 16   | 7                           | 1                     |

|   |     |
|---|-----|
| Vid dessa insatser, uppstod det då säkerhetsrisker för räddningspersonalen? |     |
| Ja  | Nej |
| 12  | 5   |

|   |                |                             |                       |
|---|----------------|-----------------------------|-----------------------|
| Vilken risk för räddningspersonalen upplever Du/Ni som den största vid insatser på dessa typer av objekt? |                |                             |                       |
|   | Lagerbyggnader | Underjords-<br>anläggningar | Överglasade<br>atrier |
| Nedfallande byggnadsdelar   | 18             | 1                           | 11                    |
| Siktproblem   | 6              | 13                          | 3                     |
| Extrem värme  | 8              | 12                          | 1                     |
| Extrem effektutveckling   | 12             | 7                           | 2                     |
| Icke "överblickbart" arbetsområde   | 15             | 9                           | 2                     |
| Komplicerade inträngningsvägar  | 5              | 16                          | 2                     |
| Annat (kommunikation)   | 0              | 1                           | 0                     |
| Annat (brandspridning mellan våningsplan)   | 0              | 0                           | 1                     |

|   |                |                             |                       |
|---|----------------|-----------------------------|-----------------------|
| Vilken risk för räddningspersonalen upplever Du/Ni som den största vid insatser på dessa typer av objekt? (urval; de som varit med om insats i de aktuella byggnadstyperna) |                |                             |                       |
|   | Lagerbyggnader | Underjords-<br>anläggningar | Överglasade<br>atrier |
| Nedfallande byggnadsdelar   | 15             | 1                           | 0                     |
| Siktproblem   | 5              | 5                           | 0                     |
| Extrem värme  | 6              | 5                           | 0                     |
| Extrem effektutveckling   | 7              | 2                           | 0                     |
| Icke "överblickbart" arbetsområde   | 12             | 4                           | 0                     |
| Komplicerade inträngningsvägar  | 4              | 7                           | 0                     |
| Annat   | 0              | 0                           | 0                     |

| Vilken risk för räddningspersonalen upplever Du/Ni som den största vid insatser på dessa typer av objekt? (urval; de som <b>ej</b> varit med om insats i de aktuella byggnadstyperna) |                |                             |                       |
|---|----------------|-----------------------------|-----------------------|
|   | Lagerbyggnader | Underjords-<br>anläggningar | Överglasade<br>atrier |
| Nedfallande byggnadsdelar   | 3              | 0                           | 11                    |
| Siktproblem   | 1              | 8                           | 3                     |
| Extrem värme  | 2              | 7                           | 1                     |
| Extrem effektutveckling   | 5              | 5                           | 2                     |
| Icke "överblickbart"<br>arbetsområde  | 3              | 5                           | 2                     |
| Komplicerade<br>inträngningsvägar   | 1              | 9                           | 2                     |
| Annat (kommunikation)   | 0              | 1                           | 0                     |
| Annat (brandspridning<br>mellan våningsplan)  | 0              | 0                           | 1                     |

| Anser Du/Ni att invändig släckning bör ske trots att inget liv finns att rädda? |     |
|---|-----|
| Ja  | Nej |
| 11  | 11  |

| Anser Du/Ni att invändig släckning bör ske trots att övertändning redan har skett? |     |
|--|-----|
| Ja   | Nej |
| 8  | 14  |

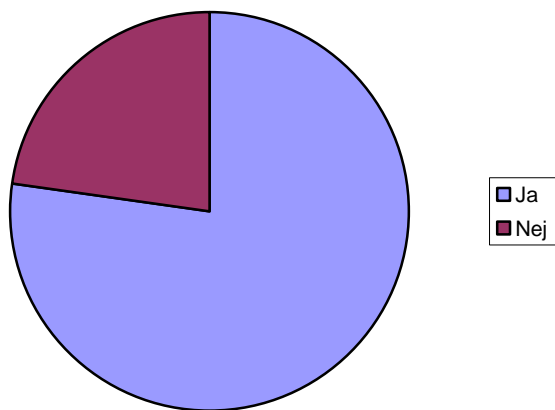
| Finns insatsplan på alla objekt, av ovan nämnda typer, i kommunen? |     |
|--|-----|
| Ja   | Nej |
| 1  | 21  |

| Om nej, bör det finnas? |     |
|-------------------------|-----|
| Ja                      | Nej |
| 18                      | 3   |

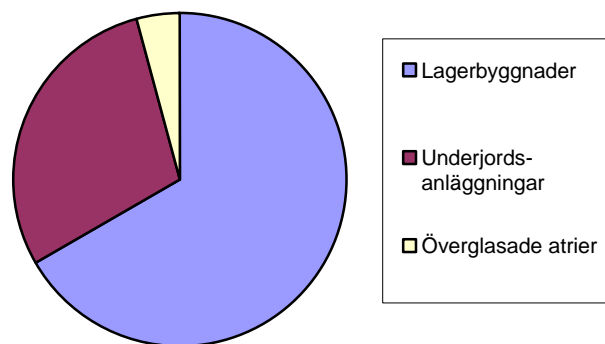
anm. Den som svarade ja på förra frågan svarade även ja på denna

| Bör följande information finnas med på insatsplaner och vid larmtablåer?                          |    |     |
|---|----|-----|
|   | Ja | Nej |
| Information om byggnadens konstruktion  | 22 | 0   |
| Information om brandgasventilation, sektionering och andra byggnadstekniska brandskyddande system | 22 | 0   |
| Annat:  | 14 | -   |

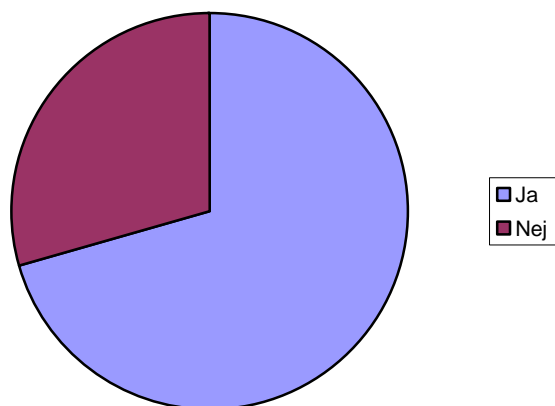
Har Du/Ni varit med om en brand i någon/några typer av dessa anläggningar?



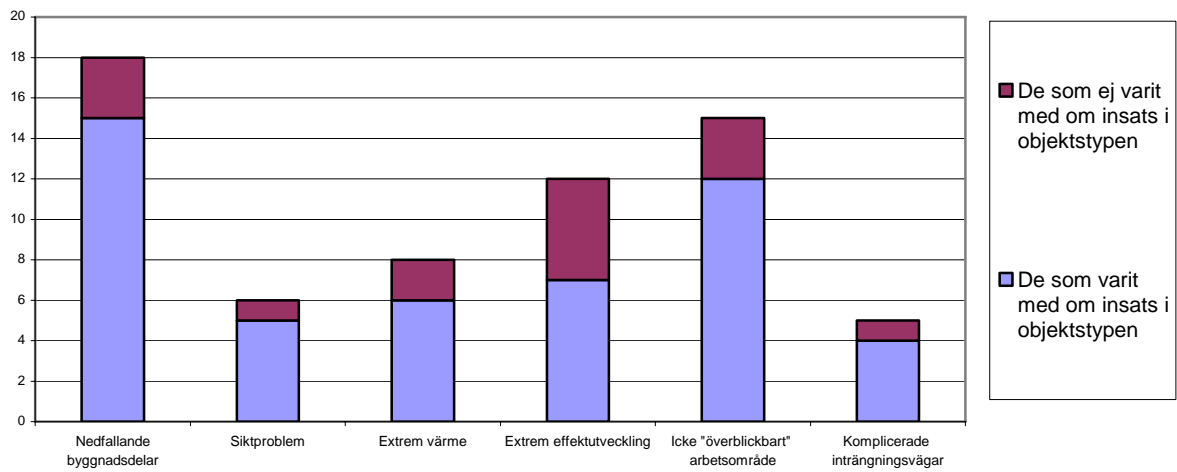
Vilka typer av anläggningar har du/ni varit med om insats på?



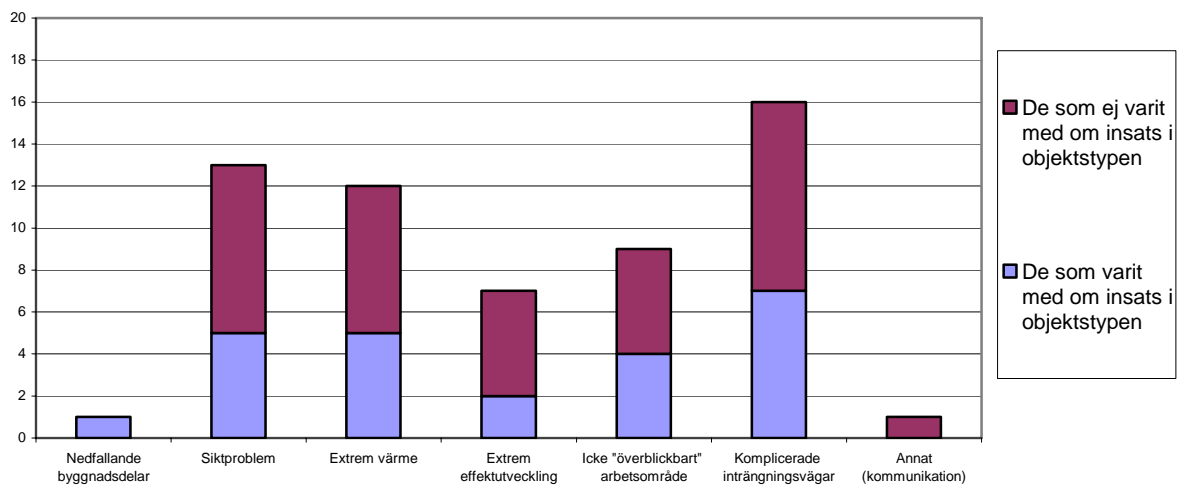
Vid dessa insatser, uppstod det då säkerhetsrisker för räddningspersonalen?



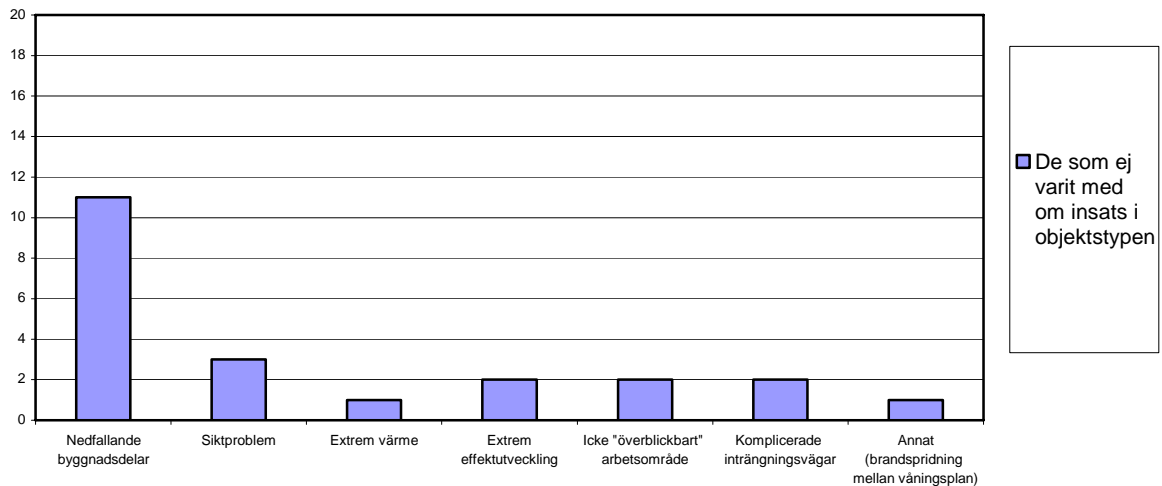
Vilken risk för räddningspersonalen upplever Du/Ni som den största vid insatser på objektstypen lagerbyggnader?



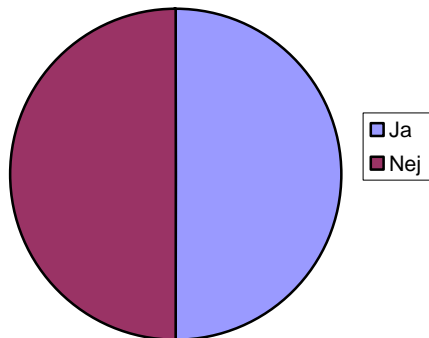
Vilken risk för räddningspersonalen upplever Du/Ni som den största vid insatser på objektstypen underjordsanläggningar?



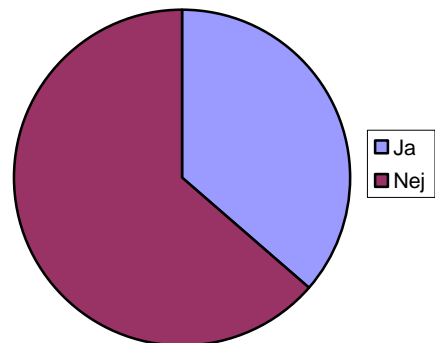
Vilken risk för räddningspersonalen upplever Du/Ni som den största vid insatser på objektstypen överglasade atrier?



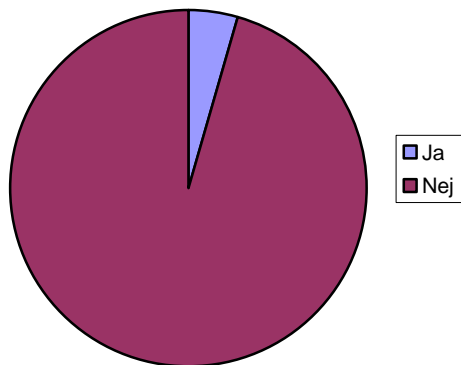
Anser Du/Ni att invändig släckning bör ske trots att inget liv finns att rädda?



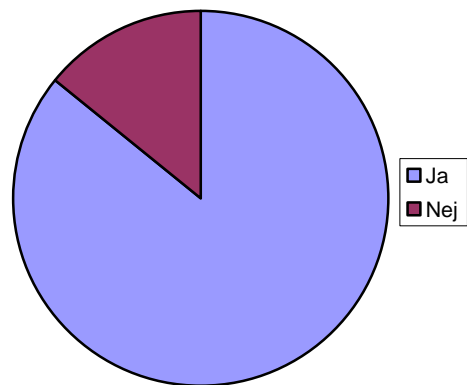
Anser Du/Ni att invändig släckning bör ske trots att övertändning redan har skett?



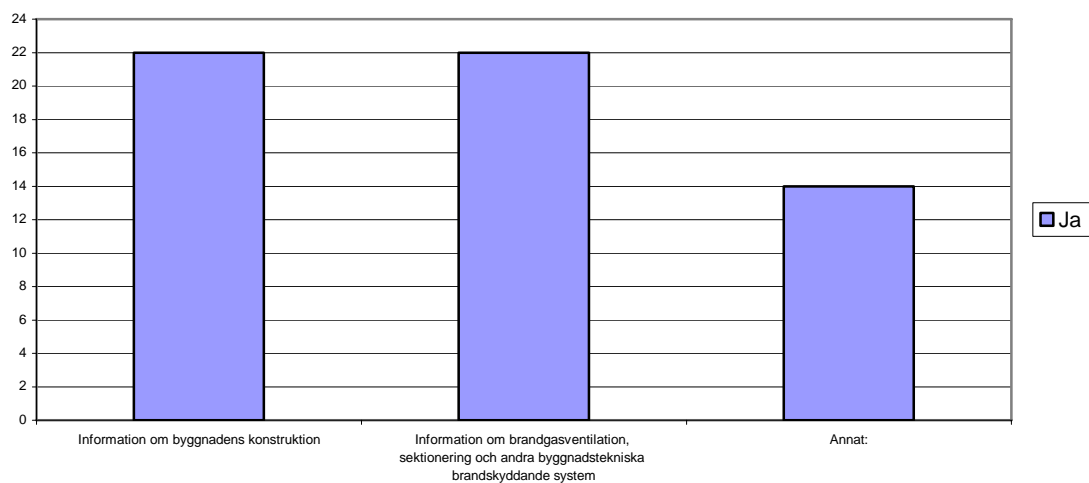
Finns insatsplan på alla objekt, av ovan nämnda typer, i kommunen?



Om nej, bör det finnas?



Bör följande information finnas med på insatsplaner och vid larmtablåer?







## Bilaga D – Sammanställning av genomförda intervjuer

### Intervju med Fredrik Wikström

- Värme kan utgöra en stor risk vid insats både under jord och i stora lokaler.
- Komplicerade inträngningsvägar vid nedsatt siktsträcka utgör ett stort problem.
- Det är viktigt att räddningstjänsten vet hur länge den brandhärjade byggnaden kommer att behålla sin bärande förmåga redan vid insatsens början.
- Om en övertändning redan har skett vid räddningstjänstens ankomst finns det, i ett livräddande perspektiv, ingen anledning att göra en invändig insats.
- Vid analytisk dimensionering av byggnader är det mycket viktigt att rimliga dimensionerande brandscenarion väljs.
- Görs avsteg i t.ex. bärighet skall det påvisas att kraven ändå uppfylls vid samtliga tänkbara scenarion.
- Insatser i Br3 byggnader är traditionellt sett inga problem. Problem uppstår när dessa inte går att, vid insatsstyrkans ankomst, snabbt särskilja från Br2 byggnader som har en helt annan bärighet.

*(Wikström, 2007-06-20)*

## Intervju med Torwald Snickars

- Det är svårt att bedöma insatssäkerheten i undermarksanläggningar på grund av de många parametrar som finns att ta hänsyn till.
- Vid insats i stora lokaler genererar stora öppna ytor orienteringsproblem men dessa problem kan avhjälpas med IR-kamera om sådan finns tillgänglig.
- Samtliga system i en byggnad borde vara oberoende av räddningstjänsten.
- Att enbart säga att kraven i avsnitt 5:6, 5:8 och 5:9 i BBR skall uppfyllas för att beakta räddningsmanskapets säkerhet verkar snävt.
- Stora krav ställs på val och redovisning av dimensionerande brand vid analytisk dimensionering.
- Det är viktigt att ny dimensionering sker om verksamheten i byggnaden ändras på ett sådant sätt att t.ex. brandbelastningen i byggnaden påverkas.
- Det enda sättet att helt garantera räddningsmanskapets säkerhet är att sätta in sprinkler.
- Ventilation är viktigt, men enbart som komplement till sprinkler.
- Om det inte är säkert för insatspersonalen, och det inte finns något liv att rädda, så borde branden enbart låtas brinna ut. Där räddningstjänsten ägnar sig åt att förhindra brandspridning mellan byggnader. Detta är en lösning räddningstjänsten måste börja kunna tänka sig, och ett beslut räddningsledaren måste våga ta.

*(Snickars, 2007-06-20)*

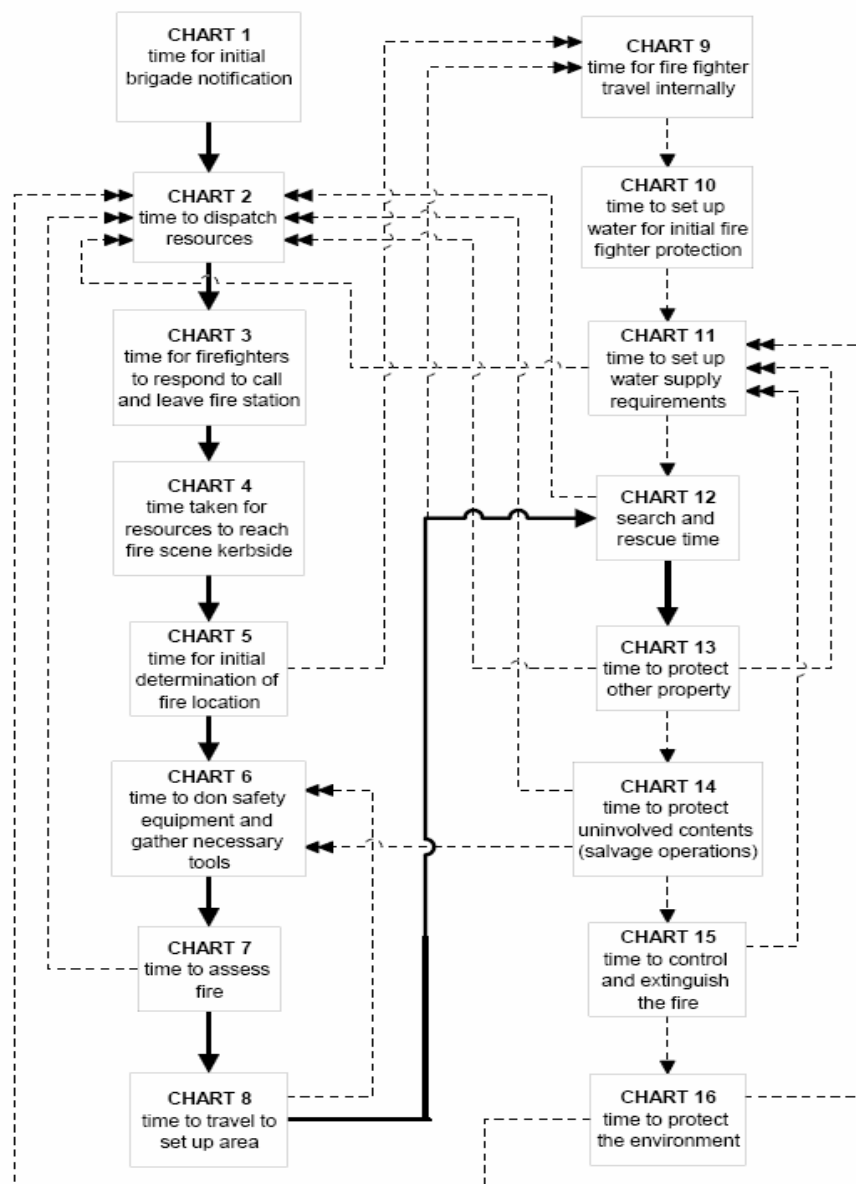
## Intervju med Stefan Wesley

- Risk för ras och höga temperaturer är de främsta riskerna vid insats i stora byggnader.
- Höga temperaturer samt nedsatt sikt är de främsta riskerna vid insats i underjordsanläggningar.
- Om räddningsmanskapet har tillgång till IR-kamera kan en bedömning mycket snabbt göras angående miljön och geometrin inne i en rökfylld lokal.
- Ett annat kraftigt verktyg, om dess användande kan säkerställas, är en lättöverskådlig insatsplan.
- Om en byggnad är uppförd på ett sådant sätt att räddningsmanskapets säkerhet vid insats ej kan garanteras skall ingen invändig insats ske. Det kan till och med anses dumdrigt att alltid förutsätta en invändig insats.
- Så länge en brand inte utgör fara för annan eller annans egendom finns ingen anledning, från ett samhällsperspektiv, att kräva att byggnaden skall klara en invändig insats.
- Finns möjlighet att en livräddande insats kommer att behöva genomföras av räddningstjänsten skall en sådan alltid kunna tryggas.
- Tiden för en insats är beroende av var en byggnad är uppförd.
- Kommunen är idag uppdelad i zoner dit räddningstjänsten förväntas nå inom tio och tjugo minuter, samt över tjugo minuter.
- En invändig rökdykarinsats antas ta tjugo minuter.
- Om ingen hänsyn tas till var en byggnad uppförs borde stommen klara av en timmes påverkan från en fullt utvecklad brand, en brand som fortgår längre än så kommer troligtvis ändå aldrig att kunna bekämpas utan kommer att få brinna ut.

(Wesley, 2007-07-02)



## Bilaga E – Flödesschema från FBIM



**PRIMARY FLOW & RELATIONSHIP  
BETWEEN CHARTS**

(Källa IFEG, 2005)



## Bilaga F – Australiska kriterier

Where the fire engineering assessment requires an assessment of fire brigade tenability to be made, the following limits of acceptability, relative to height of 1500mm above floor level will apply:

- Routine Condition

Elevated temperatures, but not direct thermal radiation

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Maximum Time:            | 25 minutes           |
| Maximum Air Temperature: | 100°C (in low layer) |
| Maximum Radiation:       | 1 kW/m <sup>2</sup>  |

- Hazardous Condition

Where fire fighters would be expected to operate for a short period of time in high temperatures in combination with direct thermal radiation

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Maximum Time:            | 10 minutes           |
| Maximum Air Temperature: | 120°C (in low layer) |
| Maximum Radiation:       | 3 kW/m <sup>2</sup>  |

- Extreme Conditions

These conditions would be encountered in a snatch rescue situation or a retreat from a flashover

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Maximum Time:            | 1 minute                  |
| Maximum Air Temperature: | 160°C (in low layer)      |
| Maximum Air Temperature: | 280°C (in upper layer)    |
| Maximum Radiation:       | 4 – 4.5 kW/m <sup>2</sup> |

- Critical Conditions

Fire fighters would not be expected to operate in these conditions, but could be encountered. Considered to be life threatening

|                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| Maximum Time:            | < 1 minutes             |
| Maximum Air Temperature: | > 235 °C (in low layer) |
| Maximum Radiation:       | >10 kW/m <sup>2</sup>   |

(Källa FBIM, 2004)





## Bilaga G – Insatstider och grupper

### Grupp 1 (Insatstid normalt under 10 minuter)

- Koncentrerad centrumbebyggelse eller sluten kvartersbebyggelse med bostäder, butiker, varuhus, kontor och samlingslokaler
- Särskilt brandfarlig bebyggelse
- Större vårdanläggning, elevhem, hotell eller anläggning med personalkrävande utrymning
- Industriområde eller industrier med speciellt farlig verksamhet
- Större brandfarlig eller miljöfarlig verksamhet
- Hamn avsedd för yrkestrafik med olje-/bensinhantering eller med hantering av miljöfarligt ämne
- Bostadsbebyggelse fyra våningar och högre, eller bostadsområde där speciella räddningsvägar finns anordnade
- Större samlingslokal avsedd för fler än 300 personer

### Grupp 2 (Insatstid normalt under 20 minuter)

- Bostadsområde och flerfamiljshus i tre våningar och lägre (friliggande)
- Villa, radhus, kedjehus, fritidshus eller gruppbebyggelse
- Större byar och gårdssamlingar
- Enstaka större industrier

### Grupp 3 (Insatstid normalt under 30 minuter)

- Enstaka byggnader och gårdar
- Mindre byar

Källa: (Fallqvist m.fl., 1999)



## Bilaga H – Redovisning av skyddsdräkter och deras skyddsfaktorer

Tabell H1

| Dräkt               | Beteckning no | Vikt andningsapparat [kg] | Vikt dräkt [kg] | Toleranstid [s] | Skyddsfaktor |
|---------------------|---------------|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Naken               | 1             | 0                         | 0               | 61              | 1.0          |
| Branddräkt standard | 3             | 0                         | 7.3             | 170             | 2.8          |
| Lätt skyddsdräkt    | 16            | 0                         | 12.8            | 433             | 7.1          |
|                     | 12            | 16.1                      | 13.1            | 455             | 7.3          |
| Tung skyddsdräkt    | 18            | 0                         | 18.4            | 622             | 10.2         |
|                     | 17            | 16.1                      | 14.0            | 709             | 11.6         |
|                     | 21            | 16.3                      | 14.6            | 798             | 13.1         |
|                     | 14            | 16.1                      | 14.6            | 876             | 14.4         |
|                     | 11            | 16.3                      | 13.3            | 961             | 15.8         |
|                     | 19            | 16.3                      | 13.8            | 994             | 16.3         |

Källa: (Danielsson, 1984)



## Bilaga I – Mätdata från släckförsök vid brand i stor lokal

Tabellerna i denna bilaga presenterar en sammanfattning av de resultat som uppmätts vid de försök som redovisas i rapporten *Släckförsök vid brand i stor lokal (Lundström m.fl., 2000)*. I de första sex tabellerna redovisas den från flammorna infallande strålningen mot den plats där rökdykarna befann sig, hudtemperaturen på rökdykarna och temperaturen i det nedre brandgaslagret vid olika tidpunkter. Tabell sju är tagen direkt ur Lundströms m.fl. rapport och visar brandens effekt och massavbrinning i de olika försöken. För kompletta resultat hänvisas till originalrapporten.

**Tabell I1**

| Försök 1<br>Rökdykare in och ut | Tid från brandstart [s] | Lufttemp.<br>[°C] | Infallande<br>strålning<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Hudtemp.<br>[°C] |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
|                                 | 120                     | 25                | 4   | 34               |
|                                 | 240                     | 340               | 90  | 34               |
|                                 | 360                     | 325               | 45  | 34               |
| In 512                          | 480                     | 330               | 40  | 34               |
| Ut 592                          | 600                     | 250               | 30  | 35               |
|                                 | 720                     | 375               | 57  | 42               |
| In 805                          | 840                     | 260               | 27  | 42               |
| Ut 860                          | 960                     | 405               | 68  | 43               |
|                                 | 1080                    | 250               | 80  | 43               |
| 1. 80                           | 1200                    | 265               | 105   | 42               |
| 2. 55                           | 1320                    | -                 | -   | 40               |
| Tot. tid 135                    | 1440                    | -                 | -   | 39               |

**Tabell I2**

| Försök 2<br>Rökdykare in och ut | Tid från brandstart [s] | Lufttemp.<br>[°C] | Infallande<br>strålning<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Hudtemp.<br>[°C] |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
|                                 | 120                     | 75                | 12  | 34               |
|                                 | 240                     | 340               | 70  | 34               |
|                                 | 360                     | 335               | 35  | 34               |
| In 387                          | 480                     | 200               | 8   | 43               |
|                                 | 600                     | 180               | 6   | 43               |
|                                 | 720                     | 170               | 6   | -                |
|                                 | 840                     | 125               | 3   | -                |
| Ut 911                          | 960                     | 150               | 5   | -                |
|                                 | 1080                    | 245               | 14  | -                |
|                                 | 1200                    | 300               | 23  | -                |
|                                 | 1320                    | 125               | 4   | -                |
| Tot. tid 524                    | 1440                    | 260               | 13  | -                |

**Tabell I3**

| Försök 3<br>Rökdykare in och ut | Tid från brandstart [s] | Lufttemp.<br>[°C] | Infallande<br>strålning<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Hudtemp.<br>[°C] |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
|                                 | 120                     | 25                | 2   | 36               |
|                                 | 240                     | 345               | 45  | 36               |
|                                 | 360                     | 320               | 31  | 36               |
| In 401                          | 480                     | 225               | 15  | 39               |
|                                 | 600                     | 180               | 9   | -                |
|                                 | 720                     | 210               | 9   | -                |
|                                 | 840                     | 270               | 11  | -                |
|                                 | 960                     | 240               | 8   | -                |
| Ut 995                          | 1080                    | 360               | 23  | -                |
|                                 | 1200                    | 360               | 25  | -                |
|                                 | 1320                    | 360               | 26  | -                |
| Tot. tid 594                    | 1440                    |                   | 28  | -                |

**Tabell I4**

| Försök 4<br>Rökdykare in och ut | Tid från brandstart [s] | Lufttemp.<br>[°C] | Infallande<br>strålning<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Hudtemp.<br>[°C] |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
|                                 | 120                     | 45                | 2   | 34               |
|                                 | 240                     | 350               | 27  | 34               |
|                                 | 360                     | 340               | 19  | 35               |
| In 466                          | 480                     | 370               | 20  | 37               |
|                                 | 600                     | 240               | 8   | 44               |
|                                 | 720                     | 250               | 7   | 45               |
|                                 | 840                     | 250               | 8   | 46               |
| Ut 843                          | 960                     | 320               | 13  | 41               |
|                                 | 1080                    | 340               | 16  | 39               |
|                                 | 1200                    | 150               | -   | 38               |
|                                 | 1320                    | 90                | -   | -                |
| Tot. tid 377                    | 1440                    | 100               | -   | -                |

**Tabell I5**

| Försök 5<br>Rökdykare in och ut | Tid från brandstart [s] | Lufttemp.<br>[°C] | Infallande<br>strålning<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Hudtemp.<br>[°C] |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
|                                 | 120                     | 25                | 1   | 35               |
|                                 | 240                     | 160               | 9   | 35               |
|                                 | 360                     | 295               | 18  | 35               |
| In 423                          | 480                     | 200               | 7   | 36               |
|                                 | 600                     | 200               | 5   | 38               |
|                                 | 720                     | 200               | 4   | 41               |
| Ut 798                          | 840                     | 275               | 12  | 41               |
| In 885                          | 960                     | 260               | 10  | 41               |
| Ut 979                          | 1080                    | 330               | 14  | 41               |
| 1. 375                          | 1200                    | 260               | 50  | 38               |
| 2. 94                           | 1320                    | 250               | 42  | 38               |
| Tot. tid 469                    | 1440                    | 200               | 34  | 37               |

**Tabell I6**

| Försök 6<br>Rökdykare in och ut  | Tid från brandstart [s] | Lufttemp.<br>[°C] | Infallande<br>strålning<br>[kW/m <sup>2</sup> ] | Hudtemp.<br>[°C] |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
|                                  | 120                     | 50                | 3   | 34               |
|                                  | 240                     | 345               | 19  | 34               |
|                                  | 360                     | 320               | 16  | 34               |
| In 415                           | 480                     | 240               | 8   | 34               |
|                                  | 600                     | 180               | 5   | 34               |
|                                  | 720                     | 200               | 5   | 38               |
|                                  | 840                     | 160               | 4   | 38               |
|                                  | 960                     | 190               | 4   | 44               |
| Ut 962                           | 1080                    | 250               | 7   | 48               |
|                                  | 1200                    | 80                | 5   | -                |
| In 1221                          | 1320                    | 90                | 4   | -                |
| Ut 1437                          | 1440                    | 50                |   | -                |
| 1. 547<br>2. 259<br>Tot. tid 806 |                         |                   |   |                  |

**Tabell I7**

| Försök             | Bränsleyta<br>[m <sup>2</sup> ] | Tid från<br>brandstart<br>[s] | Massförändring<br>[kg/s] | Uppskattad<br>brandeffekt<br>[MW] | Avbrinnings-<br>hastighet<br>[g/m <sup>2</sup> s] |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 (kulmen)         | 185                             | 230                           | -1.01                    | 17.2                              | 5.5   |
| 2 (kulmen)         | 198                             | 241                           | -1.25                    | 21.3                              | 6.3   |
| 3 (kulmen)         | 179                             | 260                           | -1.10                    | 18.7                              | 6.1   |
| 4 (kulmen)         | 172                             | 251                           | -1.01                    | 17.2                              | 5.9   |
| 5 (kulmen)         | 172                             | 291                           | -0.93                    | 15.8                              | 5.4   |
| 6 (kulmen)         | 172                             | 210                           | -1.00                    | 17.0                              | 5.8   |
| Medel (kulmen)     | 180                             | 247                           | -1.05                    | 17.9                              | 5.8   |
| 1 (släckstart)     | 185                             | 512                           | -0.99                    | 16.9                              | 5.4   |
| 2 (släckstart)     | 198                             | 371                           | -1.20                    | 20.5                              | 6.1   |
| 3 (släckstart)     | 179                             | 341                           | -0.93                    | 15.9                              | 5.2   |
| 4 (släckstart)     | 172                             | 452                           | -0.76                    | 12.9                              | 4.4   |
| 5 (släckstart)     | 172                             | 412                           | -0.86                    | 14.6                              | 5.0   |
| 6 (släckstart)     | 172                             | 402                           | -0.86                    | 14.6                              | 5.0   |
| Medel (släckstart) | 180                             | 415                           | -0.93                    | 15.9                              | 5.2   |



