

Utvärdering av metoder för val av dimensionerande brandscenario

Kristian Hansson

**Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden**

**Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet**

Report 5220, Lund 2007

Utvärdering av metoder för val av dimensionerande brandscenario

Kristian Hansson

Lund 2007

Utvärdering av metoder för val av dimensionerande brandscenario

Kristian Hansson

Report 5220

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB--5220--SE

Number of pages: 96

Keywords

Analytic design, design fire scenario, evacuation safety, guidelines, statistics,

Sökord

Analytisk dimensionering, brandscenario, guider, statistik, utrymnings säkerhet

Abstract

This report is a study of methods and engineering guidelines in selection of design fire scenario. Three different guidelines has been studied and compared: ISO 16733, Engineering Guide to Application of Risk Assessment in Fire Protection Design by Society of fire protection engineering and International Fire Engineering Guidelines. Besides that statistics from all the rescue services around Sweden sins 1998 to 2004 has been collected and analysed.

© 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

Ett förord är för mig som ett förberett tacktal. Som om filmregissören när han avslutar arbetet med filmen skriver ett tacktal i händelse av att filmen skulle belönas med ett pris på någon beaktansvärd gala. Jag kommer inte belönas med något ansevärt pris och kommer därmed inte heller med slussöppning i tårkanalerna och överhängande oro för afasi få framföra mitt tacktal. Inte för den här rapporten i vart fall. Alla er som tackas bör och alla ni som skulle vilja höra om mitt genomlidande med projektarbetet kommer alltså aldrig få detta nöje som jag uppriktigt vill tillägna er.

Att under mer än avsatt tid färdigställa denna rapport har för mig varit mer av en process än ett projekt. En process som genomgått ett otal faser som vart och ett på sitt personliga sätt påverkat rapporten och mig. Projektet inleddes med en naiv vision och avslutades med det ni läser nu. Det är viktigt att emellanåt begrunda det uppenbara i att inte bara framgångar utan även motgångar kan få oss människor att växa. Jag vill tacka alla er som på alla möjliga och omöjliga sätt hjälpt eller ställt mig framåt i processen.

Om detta tacktal framlagts muntligt skulle jag i ovan beskriven sinnesstämning framföra ett särskilt tack till medarbetarna på Bengt Dahlgren AB i Göteborg, tålmodiga handledare på Brandteknik vid LTH och ni nära vänner och ovänner som följt med under den tiden som projektarbetet genomlidits. Inte minst ett stort tack till alla kära som ibland fått stå tillbaka för mitt engagemang i processen som jag härmed sätter punkt för.

Sammanfattning

Vid analytisk dimensionering av personsäkerhet i händelse av brand skall det med utgångspunkt från omsorgsfullt valda dimensionerande värden rörande brand- och utrymningsscenario visas att samhällets krav på säkerhet uppfylls. Dimensionerande brandscenario beskrivs som ett specifikt brandscenario utifrån vilket analyser genomförs. I dimensionerande brandscenario inbegrips hur branden påverkar byggnaden och människorna som befinner sig i byggnaden samt hur byggnad, människor och säkerhetssystem inverkar på branden.

Kravet vid analytisk dimensionering är att personsäkerheten skall vara minst lika bra som om byggnaden dimensioneras med förenklad dimensionering. Ytterligheterna i att analytiskt dimensionera brandskyddet är att med ett litet antal starkt konservativt valda brandscenarier verifiera att kritiska förhållanden inte uppstår eller att använda fördelningar och statistiska modeller för att visa att risken att kritiska förhållanden uppstår under den tid som behövs för utrymning är acceptabla. Problemet är att det mellan dessa ytterligheter är mycket svårt att jämföra metod och resultat eller, vilket vore önskvärt, verifiera och hitta gränsvärden för den förstnämnda med hjälp av den andra.

Det har studerats verktyg för val av dimensionerande brandscenario från ISO 16733, SFPE och International Fire Engineering Guidelines. Att på sikt hitta och etablera riktlinjer liknande dessa skulle gynna användandet av analytisk dimensionering av brandskyddet. Vid analytisk dimensionering kan projektören enkelt följa riktlinjer för val av dimensionerande brandscenario och vid granskning är det enkelt att följa de kvalitativa bedömningar som ligger till grund för hur brandskyddet är utfört.

Statistik är det bästa och i många fall det enda verktyget tillhanda för att göra bedömningar i val av dimensionerande brandscenario. För att den insatsstatistik som räddningsverket samlat ska kunna vara ett hjälpmedel krävs att statistiken sammanställs och bearbetas. En omfattande sammanställning över statistik rörande brandorsak, startutrymme och startföremål finns i denna rapport. Statistiken har även i viss mån analyserats och bearbetats så att det framkommit ett mått på risken med brandstart i specifika utrymmen för respektive verksamhet.

Det finns en distinktion mellan kraven på brandskyddet vid analytisk dimensionering och förenklad dimensionering av brandskyddet. Som Johan Lundin visar i sin avhandling bör förenklad dimensionering justeras för flertalet typer av lokaler då det visat sig att riskspridningen inom gruppen samlingslokaler är enorm. För att jämföra och analysera skillnaderna mellan förenklad och analytisk dimensionering har en förenklad dimensionerad samlingslokal valts att analyseras med de metoder som används vid analytisk dimensionering.

Slutsatsen som kan dras av jämförelsen är att utrymningssäkerheten i den här typen av förenklad dimensionerade lokaler och byggnader är i stort avhängt ett väl fungerande utrymningslarm. Dimensionerande brandscenario för denna typ av förenklad dimensionerade lokaler skulle utifrån dessa resultat kunna sägas vara brand med tillväxthastighet *fast*, ett välfungerande brand och utrymningslarm samt att alla utrymningsvägar förblir tillgängliga under den tid som krävs för utrymning.

Summary

This report is a study of methods and engineering guidelines in selection of design fire scenario. The aim is to examine the significance of selection of design fire scenario and to find a tool to select design fire scenario.

Three different guidelines has been studied and compared: ISO 16733, Engineering Guide to Application of Risk Assessment in Fire Protection Design by Society of fire protection engineering and International Fire Engineering Guidelines. Besides that statistics from the entire rescue service around Sweden sins 1998 to 2004 has been collected and analysed.

In this report you find a wide summary of fire and rescue service statistics. The statistical work has been analysed to find a quantification of risk by fire initial in specific areas.

To find and establish a guideline like ISO, Engineering Guide to Application of Risk Assessment in Fire Protection Design and International Fire Engineering Guidelines would bring the use of analytic design in a positive direction. With those guidelines it is easier to select design fire scenario and during examination can the qualitative assessments easier be followed.

A building with places of assembly designed strictly by the mandatory provisions and general recommendations has been analysed with the methods for analytic design. The conclusion taken shows that evacuation safety in this type of building is strongly dependent of a well working evacuation alarm.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	13
1.1	Bakgrund.....	13
1.2	Syfte och Mål.....	13
1.3	Metod.....	14
1.4	Avgränsningar.....	14
2	Dimensionering av brandskydd.....	15
2.1	Förenklad dimensionering.....	16
2.2	Analytisk dimensionering.....	16
2.2.1	Krav i BBR uppfylls med andra lösningar.....	16
2.2.2	Alternativ utformning.....	17
2.3	Krav på verifiering och dokumentation vid analytisk dimensionering.....	17
2.4	Kriterier för personsäkerhet vid analytisk dimensionering.....	18
2.4.1	Kritiska förhållanden.....	18
2.4.2	Tid för utrymning.....	19
2.5	Tillvägagångssätt vid analytisk dimensionering.....	20
2.5.1	Definiera avstegen från BBR.....	20
2.5.2	Beräkningar av brandförlopp.....	21
2.5.3	Jämför brand och utrymningsscenario.....	21
3	Dimensionerande brandscenario.....	23
3.1	Vad är dimensionerande brandscenario?.....	23
3.2	Riskperspektiv.....	24
3.2.1	Deterministisk riskvärdering.....	24
3.2.2	Probabilistisk riskvärdering.....	25
3.3	Statistik.....	26
3.3.1	Brandorsak.....	26
3.3.2	Startutrymme.....	28
3.3.3	Startföremål.....	28
3.3.4	Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst.....	29
3.4	Val av dimensionerande brandscenario.....	30
3.4.1	Stegvis genomförande enligt ISO.....	30
3.4.2	Tillvägagångssätt enligt SFPE.....	35
3.4.3	International Fire Engineering Guidelines.....	37
4	Jämförelse mellan förenklad och analytisk dimensionering.....	39
4.1	Förutsättningar.....	39
4.2	Analytisk studie av personsäkerhet.....	40
4.2.1	Brandscenario.....	40
4.3	Beräkningar.....	45
4.3.1	Utrymning.....	45
4.3.2	Brandförlopp.....	46
4.4	Jämför brand och utrymningsberäkningar.....	47

5	Diskussion och slutsatser	49
5.1	Jämförelse mellan förenklad och analytisk dimensionering	50
5.2	Guider för val av dimensionerade brandscenario.....	51
5.3	Statistik och data.....	52
5.4	Fortsatt arbete	53
6	Referenser.....	55
Appendix A: Statistik.....		57
Appendix A.1: Brandorsak.....		57
Appendix A.2: Startutrymme.....		61
Appendix A.3: Startföremål		70
Appendix A.4: Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst.....		75
Appendix B: Händelseträd.....		81
Appendix C. Utrymningsberäkningar		82
Appendix C.1: Simulering av utrymningstid med Simulex.....		82
Appendix C.2: Resultat av utrymningsberäkningar		82
Appendix D: Brandförloppsberäkningar		85
Appendix D.1: Simulering av brandförlopp med Argos.....		85
Appendix D.2: Resultat av brandförloppsberäkningar		88

1 Inledning

1.1 *Bakgrund*

För att dimensionera brandskyddet i byggnader kan två olika metoder användas, förenklad eller analytisk dimensionering. Den förenklade metoden bygger på byggtraditioner samt tidigare byggnormer. Då förenklad dimensionering inte är tillämpbar på grund av nya byggnadstyper där erfarenheter saknas eller på grund av kraven i BBR 5:13 skall en analytisk dimensionering genomföras för att verifiera brand och utrymningssäkerheten i byggnaden. Med dagens arkitektoniskt och verksamhetstekniskt alltmer komplexa byggnader har användandet och kraven på analytisk dimensionering ökat.

Den analytiska dimensioneringen skall visa att samhällets krav på säkerhet uppfylls. Mer eller mindre omfattande beräkningsmodeller bör användas för att visa detta. Beräkningarna skall utgå från omsorgsfullt valda dimensionerande värden rörande brand- och utrymningsscenario.

Sedan införandet av analytisk dimensionering har just valet av brandscenario varit föremål för diskussion. Genom historien har mer eller mindre anpassningsbara metoder för dimensionerande bränder utformats. Det idag allmängiltiga tillvägagångssättet för val av brandscenarier är att använda metoden med "worst credible case", det värsta troliga scenariot. Dock upplever brandingenjörer och likvärda i branschen denna metod problematisk och att det saknas klara direktiv för vad som kan anses som dimensionerande brandscenario.

Avsaknaden av riktlinjer för val av dimensionerande brandscenario genererar framförallt problem med att mycket i bedömningarna är subjektiv och leder till val av scenario på skilda grunder. Dessa skillnader kan och kommer i sin tur att leda till olika slutsatser av utförda beräkningar beroende på vem eller vilka som genomfört den analytiska dimensioneringen. I värsta fall kan avsaknaden av riktlinjer leda till att dimensionerande brand efterkonstrueras för att passa byggnaden.

1.2 *Syfte och mål*

Syftet med detta projektarbete är att undersöka vilken betydelse val av dimensionerande brandscenarier har för den bedömda säkerhetsnivån i byggnaden och att undersöka och belysa problemen med dagens metoder med en målsättning att redovisa hur brandscenarier bör väljas samt att finna verktyg för val av dimensionerande brand vid analytisk dimensionering

1.3 *Metod*

För att utreda hur brandscenarier väljs kommer avslutade och pågående projekt där analytisk dimensionering tillämpats studeras samt i dessa undersöka möjligheten till alternativa lösningar. Arbetsplatsförlagda studier med handledning utförs vid Bengt Dahlgren AB i Göteborg.

Nationell statistisk rörande bland annat brandorsak kommer att studeras för att undersöka hur riktlinjer för dimensionerande brand kan utformas.

Befintliga metoder och riktlinjer för val av dimensionerande brandscenario skall studeras och utvärderas för så att de kan anpassas till ett enklare användande vid analytisk dimensionering.

För att undersöka alternativa metoder med riktlinjer för dimensionerande brand kommer också nationell och internationell litteratur inom området studeras samt ta del av de senaste rönen rörande analytisk dimensionering från konferenser och forskning.

1.4 *Avgränsningar*

Projektarbetet är avgränsat till att undersöka val av brandscenario vid dimensionering av brandskydd för personsäkerhet.

Projektarbetet genomförs med förutsättning att de idag gällande definitioner för kritiska förhållanden är riktiga. Det kommer inte att utföras någon värdering huruvida dessa definitioner är korrekt anpassade till analytisk dimensionering.

Då de beräkningsmodeller som används vid analytisk dimensionering är validerade och har kända giltighetsområden görs inga bedömningar av val av beräkningsmodell eller simuleringsprogram i detta projektarbete.

2 Dimensionering av brandskydd

Hur brandskyddet utformas och dimensioneras i en byggnad styrs av de lagar och förordningar som är inrättade efter samhällets krav på säkerhet vid eventuell brand. Regering och riksdag fattar dessa lagar som redovisas i *Plan- och bygglagen* (PBL) samt *Lag om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk med mera* (BVL) med tillhörande förordningar.

I *Förordningen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk med mera* (BVF) uttrycks hur byggnader skall projekteras för att uppfylla samhällets krav på säkerhet i händelse av brand:

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

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

Dessa lagar och förordningar styr därpå föreskrifter och allmänna råd som ges ut av Boverket i *Boverkets byggregler* (BBR) och *Boverkets konstruktionsregler* (BKR). Byggföreskrifterna är idag funktionsbaserade vilket innebär att det är upptill byggherren och projektören att välja dimensioneringsmetod så att det kan påvisas att lagar och föreskrifter är uppfyllda. För att dimensionera brandskyddet i en byggnad finns två metoder; *förenklad* och *analytisk* dimensionering. Figur 1 nedan åskådliggör skillnaderna mellan de båda dimensioneringsmetoderna /4/.

Funktionsbaserad dimensionering		
Krav i BBR efterlevs		Ett eller flera krav i BBR avsnitt 5:3 – 5:9 efterlevs ej
Krav, allmänna råd och Boverkets rapporter följs	Delar av kraven i föreskriften uppfylls med andra lösningar och metoder	Alternativ utformning enligt avsnitt 5:11 i BBR
Förenklad dimensionering	Analytisk dimensionering	

Figur 1: Dimensioneringsmetoder för att uppfylla byggreglerna /4/

2.1 Förenklad dimensionering

Även om brand är en relativt ung vetenskap har intresset för att bygga brandsäkert funnits i alla tider. Den samlade kunskapen som erhållits genom historien ligger till grund för de lagar som tidigare detaljstyrde hur brandskyddet i byggnader skulle dimensioneras.

Förenklad dimensionering innebär att de detaljkrav och allmänna råd som är väsentliga för det aktuella objektet följs. Detaljkraven på brandskyddet regleras i BBR kapitel 5. Inga avsteg eller betydande tekniska byten medges vid förenklad dimensionering. Om avsteg är aktuellt vid dimensioneringen av brandskyddet blir dimensioneringen analytisk och kraven på verifiering är då betydande /4/.

Fördelarna med förenklad dimensionering är att den är enkel att utföra och att kontrollera samt att den utan tvivel uppfyller samhällets krav på brandskyddet i byggnaden.

2.2 Analytisk dimensionering

Vid alla avsteg från detaljkraven och allmänna råd i BBR överges den förenklade dimensioneringsmetoden och en analytisk dimensionering blir aktuell. Anledningen till att man vill frånga detaljkraven i BBR kan vara många, till exempel innebär en analytisk dimensionering större arkitektonisk frihet i utformningen av byggnaden samt möjlighet att anpassa brandskyddet för olika verksamheter. Som Figur 1 visar urskiljs två huvudvarianter av analytisk dimensionering, dels då *krav i BBR efterlevs med andra lösningar* eller *alternativ utformning av brandskyddet*.

2.2.1 Krav i BBR uppfylls med andra lösningar

De allmänna råden i BBR är endast exempel på hur kraven kan uppnås. Kan projektören visa att kraven uppnås med andra lösningar är det fritt att använda dessa lösningar. Kraven kan oftast uppfyllas med andra lösningar med hjälp av välunderbyggda handbokslösningar, vilket medför att verifieringskravet är lågt.

Om brandskyddet reduceras då projektören frångår detaljkraven och kompenserar detta med annan brandskyddsåtgärd har ett så kallat tekniskt byte genomförts. *Tekniska byten* innefattar i regel endast delar av brandskyddet och det görs bara mindre avsteg från detaljkraven. Kraven på dokumentation och verifiering är därför oftast inte lika stora vid tekniska byten som vid andra mer omfattande avsteg och förändringar. Vissa tekniska byten kan dessutom göras inom ramen för en förenklad dimensionering, till exempel minskat krav på bärverkets brandmotstånd då sprinkler installeras /4/.

2.2.2 Alternativ utformning

Brandskyddet behöver inte tvunget utformas så att alla kraven och allmänna råd i BBR uppfylls utan kan utformas alternativt enligt BBR 5:11 Alternativ utformning (BFS 1995:17):

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

En summarisk *tolkning* av alternativ utformning är att brandskyddet inte behöver utformas så att alla krav i avsnitt 5:3 – 5:9 uppfylls. En allmän tolkning har gjorts att det är detaljkraven i varje delavsnitt som kan frångås men inte de i inledande allmänna kraven i samma utsträckning /4/.

2.3 Krav på verifiering och dokumentation vid analytisk dimensionering

Analytisk dimensionering erbjuder som sagt en hel del friheter och flexibilitet i utformandet men är också mer krävande. Det som gör analytisk dimensionering mer krävande är att det i dokumentationen skall verifieras att brandsäkerheten är tillfredställande god relativt det som beskrivs i BBR och inte som vid förenklad dimensionering där dokumentationen skall visa att kraven i Boverkets allmänna råd och rapporter är infriade.

I BBR 5:13 uttrycks kraven angående analytisk dimensionering som:

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

Hur stort kravet på verifiering blir är avhängt i vilken omfattning samt vilken typ av avsteg från detaljkraven och de allmänna råden som görs. Vid *alternativ utformning* skall *”... det i särskild utredning visas att brandskyddet därigenom inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i avsnittet uppfyllts”* (BBR 5:11)

I det allmänna rådet till BBR 5:13 står:

”Underlag för analytisk dimensionering bör bifogas brandskyddsdokumentationen enligt 5:12. Osäkerheten hos valda indata bör redovisas genom känslighetsanalys.”

Detta *förtydligas* som att projektören skall verifiera i en särskild utredning att byggnadens totala brandskydd i avseende på vart och ett av kraven i §4 BVF inte blir sämre än om kraven i BBR 5:3 – 5:9 följs /4/.

Denna rapport inriktas endast på personsäkerhet vid analytisk dimensionering. Således undersöks endast hur kravet på att ”Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt”(BVF 4§) skall uppfyllas och verifieras.

2.4 Kriterier för personsäkerhet vid analytisk dimensionering

För att en byggnad skall betraktas som en, vid brand, säker byggnad ställs följande krav i BBR 5:31:

”Byggnaden skall utformas så att tillfredsställande utrymning kan ske vid brand.”

Vid förenklad dimensionering, det vill säga om detaljkrav och allmänna råden i BBR efterlevs vid projektering av brandskyddet behöver det inte verifieras att kraven i BBR 5:31 uppfylls.

Kravet vid analytisk dimensionering är att personsäkerheten skall vara minst lika bra som om byggnaden dimensioneras med förenklad dimensionering. Som utgångspunkt för att verifiera att detta uppfylls används som regel kravet i BBR 5:36:

”Vid dimensionering av utrymnings säkerheten får förhållandena i byggnaden inte bli sådana att gränsvärdena för kritiska förhållanden överskrids under den tid som behövs för utrymning.”

De dimensionerande förutsättningarna är att tiden för utrymning skall vara mindre än tiden till att kritiska förhållanden uppstår.

$$t_{\text{utrymning}} < t_{\text{kritiska förhållanden}}$$

2.4.1 Kritiska förhållanden

Kritiska förhållanden har uppnåtts då utrymningsförhållandena inte är acceptabla för de personer som vistas i byggnaden/lokalen. Enligt BBR 5:36 och tolkning av denna anses följande kriterier vara gränsvärde för kritiska förhållanden /16/.

- ✓ *Brandgaslagrets höjd:* lägst 1,6 + (0,1 x H) meter (H är rumshöjden) (förutsatt att brandgasen innehåller kritiska värden enligt någon av de övriga parametrarna /5/)
- ✓ *Siktbarhet:* minst 10 meter i okänd miljö och minst 5 meter i känd miljö (bostäder och kontor) /16/ och/eller minst 5 meter i brandrummet och 10 meter i utrymningsvägarna /5/.
- ✓ *Temperatur:* Lufttemperatur högst 80°C.

- ✓ *Värmestrålning*: Kortvarig strålningsintensitet på max 10 kW/m² och en maximal strålningsenergi på 60 kJ/m² utöver energin från en strålning på 1 kW/m².
- ✓ *Toxicitet*: personer får vid utrymning inte utsättas för skadliga doser av giftiga gaser och/eller för låg syrehalt (CO < 2000 ppm, CO₂ < 5%, O₂ > 15%) /5/.

2.4.2 Tid för utrymning

Utrymningstid är den tiden som förflyter från det att branden startar till att personerna som vistas i byggnaden har satt sig i säkerhet. Den totala tiden för utrymning delas in i tre delar; varseblivning, reaktion och beslut samt förflyttning. Delarnas sammanlagda tidsåtgång utgör tiden för utrymning.

$$t_{\text{utrymning}} = t_{\text{varseblivning}} + t_{\text{beslut och reaktion}} + t_{\text{förflyttning}}$$

Varseblivningstiden är den tid det tar för personen att upptäcka att det brinner. Tiden varierar mellan ett fåtal sekunder till flera minuter beroende bland annat på om personen kan se branden och på individuella egenskaper. Är byggnaden utrustad med automatiskt brand- och utrymningslarm kan detektionstiden betraktas som varseblivningstid för de personer som inte ser branden. Då byggnaden inte är utrustad med något automatiskt brandlarm eller om detta inte fungerar som tänkt avgörs varseblivningstiden av en mängd fysiologiska, psykologiska och sociala förhållanden och är betydligt svårare att uppskatta.

Som *beslut och reaktionstid* betraktas den tid som förflyter mellan det att personen uppmärksammat att det brinner tills det att utrymning påbörjas. Sällskap, miljö och hur man blivit varse om att det brinner är avgörande för beslut och reaktionstiden. Beslut och reaktionstiden förkortas avsevärt med ett tydligt utrymningslarm, väl synliga utrymningsvägar samt belysning. Trots att flera djupgående studier i området har genomförts innebär valet av beslut och reaktionstid oftast att subjektiva bedömningar måste göras utifrån den aktuella verksamheten. Förslag till besluts- och reaktionstider för några verksamheter finns i *Tid för utrymning vid brand* /7/.

Förflyttningstid innebär tiden som åtgår för personer att förflytta sig från en position i byggnaden/lokalen till en säker plats, annan brandcell eller ut i det fria. Tiden för förflyttning beror framförallt på personernas förmåga att förflytta sig, antal och fördelning av personer i lokalen samt avstånd till och beskaffenhet på utrymningsvägarna. Förflyttningstiden kan beräknas för hand eller med hjälp av datormodeller som till exempel Simulex /3/.

2.5 **Tillvägagångssätt vid analytisk dimensionering**

Det är en fördel om byggherren i ett tidigt skede kopplar in brandkompetens i byggprojektet vilket ger möjlighet till diskussion kring aktuell lagstiftning, samt riktlinjer för den brandtekniska dimensioneringen.

Vid analytisk dimensionering förekommer alltid delar av förenklad dimensionering. Projektören bör vara uppmärksam på rådets giltighet och beakta samspelet mellan råd och beräkning. Omfattningen på dokumentation och verifiering beror på vilka avsteg eller alternativa utformningar som skall verifieras samt av vilka mål som eftersträvas. För att undersöka hur resultatet beror av osäkerheter i indata och modeller ska alltid känslighetsanalyser utföras för viktiga parametrar vid dimensionering genom beräkning. Omfattningen på känslighetsanalyserna beror av risken i byggnaden /8/

2.5.1 **Definiera avstegen från BBR**

För att förenkla utförandet av den analytiska dimensioneringen och verifieringen av denna ska typ och storlek på de avsteg från detaljkrav och allmänna råd som gjorts definieras väl. Vilken typ och storlek på avsteg från detaljkrav och allmänna råd som skall verifieras styr omfattningen av verifiering och dokumentation. Verifiering av analytisk dimensionering kan förenklat delas upp i tre undergrupper beroende på storlek på avsteg från detaljkrav och allmänna råd /8/.

I den första undergrupp verifieras brandsäkerheten för en alternativ lösning genom att analysera och utvärdera ett ekvivalent system. Detta kan endast ske då brandskyddet enbart gör mycket små avsteg från den förenklade dimensioneringen och då den alternativa utformningen inte påverkar några andra delar i den totala lösningen. Ett exempel på detta är tekniska byten. För dessa räcker det att visa att den lösning som bytts ut minst presterar lika väl som det föreskrivna lösningen.

Undergrupp två är verifiering genom brandtekniska konsekvensanalyser och innefattar beräkningar för att verifiera om ett givet brandskydd ger den föreskrivna säkerhetsnivån. Metoden i undergrupp två motsvarar en deterministisk riskanalys, se avsnitt 3.2.1. Dessa dimensioneringsmetoder krävs då den alternativa utformningen påverkar mer än bara en parameter, t.ex. öppen planlösning. Om en alternativ utformning påverkar hela systemet i lokalen ska flera parametrar analyseras, t.ex. brandförlopp, brandgasfyllnad, total utrymningstid m.m. Dessa dimensioneringsmetoder medför osäkerheter och det är därför viktigt att välja konservativ indata samt utföra känslighetsanalyser. Verifieringsmetoden förutsätter ofta att system fungerar som planerat. Således bör det utredas vad som händer då säkerhet och skyddssystem inte fungerar som planerat.

Den tredje och sista undergruppen är jämförbar med en probabilistisk riskanalys, se avsnitt 3.2.2. Denna metod används vid stora avsteg från den förenklade dimensioneringen och vid projektering av brandskydd för byggnader och verksamheter där det fastställts att det föreligger hög personrisk och stora konsekvenser vid brand. Dimensioneringsmetoden skiljer sig från de andra genom att den möjliggör att kvantitativt jämföra risken för personerna i byggnaden vid

olika lösningar. Vid denna dimensionerings och verifieringsmetod hanteras sannolikheter för olika händelser, som t.ex. uppkomst av brand eller att säkerhetssystemen inte fungerar. Tillvägagångssättet i undergrupp tre medför osäkerheter vilket likväl innebär att det är viktigt att välja konservativ indata samt genomföra känslighetsanalyser. I denna grupp ingår även de mest avancerade fullständiga brandtekniska riskanalyserna med osäkerhetsanalys. Dessa riskanalyser behandlar osäkerheter i indata vilket medför att val av konservativa indata och säkerhetsfaktorer kan ersättas med fördelningar i indata.

2.5.2 Beräkningar av brandförlopp

Ett flertal metoder, modeller och verktyg finns idag för att beräkna brandförlopp. I många fall då endast stationära förhållanden är av intresse kan handberäkningar vara tillräckligt för att verifiera brandsäkerheten. Då mer precisa beräkningar av brandförloppet och då ett transient brandförlopp är av intresse används ofta datormodeller för att beräkna brandförloppet. De datormodeller som används delas in i två grupper, tvåzonsmodeller och CFD-modeller (Computational Fluid Dynamics model)

Då personsäkerheten i händelse av brand i en byggnad eller lokal skall verifieras analytiskt är huvudsyftet med brandförloppsberäkningar att finna tiden till kritiska förhållanden. Vid analytisk dimensionering av brandskyddet ur ett personsäkerhetsperspektiv kan säkerheten sällan verifieras med endast handberäkningar. Att de befintliga handberäkningsmodellerna kommer tillkorta vid beräkning av brandförlopp för analytisk dimensionering av personsäkerheten beror framförallt på att de så kallade kritiska förhållandena uppstår långt innan stationära förhållanden har uppkommit.

2.5.3 Jämför brand och utrymningsscenarioer

För att verifiera att kriterierna för en säker byggnad är uppfyllda krävs att projektören kan visa att de utrymmande inte utsätts för kritiska förhållanden. Vilket innebär att tiden till det att kritiska förhållanden uppstå inte får vara mindre än den tid som åtgår för utrymning. Liksom för beräkning av brandförlopp finns en rad metoder för att beräkna och simulera utrymning.

Slutligen återstår att jämföra och göra ingenjörsmässiga bedömningar av de framtagna tiderna för utrymning och tiden till kritiska förhållanden. Det bör påpekas att brand och utrymning är komplexa begrepp. Tiderna för utrymning och till kritiska förhållanden kan därför inte jämföras endast kvantitativt utan är endast en del i den analytiska dimensioneringen.

Känslighetsanalyser för både beräknade brand- och utrymningsförlopp ska genomföras på samtliga ingående variabler. Detta kan ske kvantitativt eller kvalitativt beroende på variabels karaktär vilket i sig kräver goda ingenjörsmässiga bedömningar. Utöver känslighetsanalyser ska projektören analysera och bedöma tillförlitlighet i aktiva och passiva system.

3 Dimensionerande brandscenario

Antalet möjliga brandscenarier i en byggnad är nära oändligt många. Samtliga möjliga scenarier är därför omöjligt att analysera. Av alla tänkbara brandscenarier skall ett begränsat antal dimensionerande scenarier med störst *risk* väljas ut för att representera kategorier av scenarier, t.ex. bränder i en viss del av byggnaden eller under en viss typ av verksamhet. Begreppet risk i detta avseende diskuteras vidare i avsnitt 3.2.

Begreppet dimensionerande brandscenario är tillsammans med beräkningar det mest fundamentala i den ingenjörsmässiga analytiska brandskyddsdimensioneringen. Till att börja med ställer olika brandsäkerhetsperspektiv olika krav och ger skilda förutsättningar på valet av dimensionerande brandscenario. Dimensionerande brandscenario är inte det samma om analysen utförs för att utvärdera egendomsskydd eller personskydd. Vid analytisk dimensionering av personsäkerheten skall dessutom ett eller flera utrymningsscenario innefattas.

3.1 Vad är dimensionerande brandscenario?

Dimensionerande brandscenario är det som på engelska heter "design fire scenario". Design fire scenario beskrivs som ett specifikt brandscenario utifrån vilket analyser genomförs och är inte det samma som design fire. Dimensionerande brandscenario definieras i SFPE engineering guide samt ISO/TR-13387-2 som:

"A set of conditions that defines or describes the critical factors determining the outcomes of trial designs" /15/.

"A specific fire scenario on which an analysis will be conducted. It includes a description of the impact on the fire of building features, occupants, fire safety systems and would typically define the ignition source and process, the growth of the fire on the first item ignited, the spread of the fire, the interaction of the fire with the building occupants and the interaction with the features and fire safety systems within the building" /10/.

I dimensionerande brandscenario inbegrips alltså hur branden påverkar byggnaden och människorna som befinner sig i byggnaden samt hur byggnad, människor och säkerhetssystem inverkar på branden. Till skillnad från Design fire som är en kvantitativ beskrivning av brandens variabler så som effektutveckling, produktion av brandgaser, temperatur i brandgaserna, strålning och så vidare.

3.2 Riskperspektiv

De dimensionerande scenarierna väljs med hänsyn till vilka som har störst risk, där risken är en kvalitativ sammanvägning av sannolikhet och förväntad konsekvens. Det åligger också projektören att visa att alla andra brandscenarier som inte valts att analysera har lägre risk.

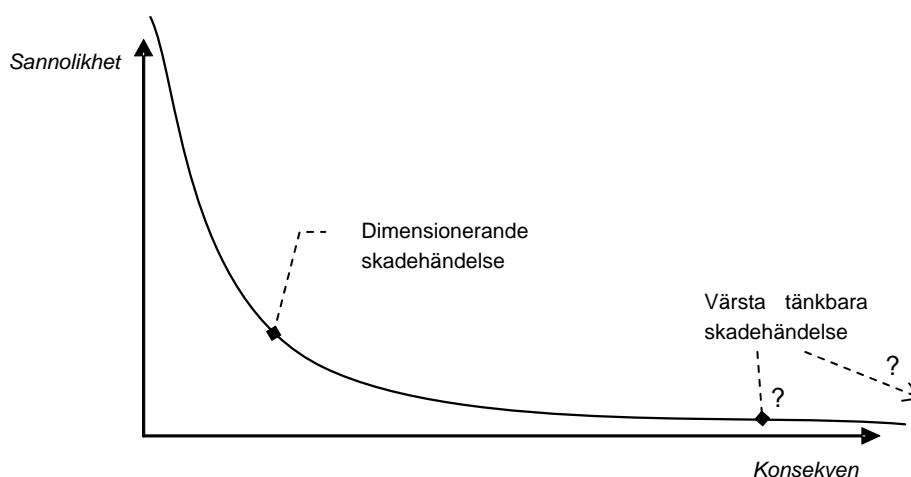
Vid dimensionering av brandskyddet i byggnader med avseende på personsäkerhet nyttjas ofta ett så kallat värsta troliga scenario. Metoden med värsta troliga scenario går ut på att inbegripet scenariots rimlighet välja det värsta. Detta innebär att valet bland de tänkbara brandscenierna samt val av ingående parametrar och variabler görs utifrån ett riskperspektiv.

3.2.1 Deterministisk riskvärdering

En deterministisk riskvärdering tar ingen hänsyn till sannolikhet eller frekvens av händelsen. Vid val av dimensionerande brandscenario innebär detta att endast konsekvenserna av de möjliga brandscenierna beaktas medan hur stor sannolikheten är att scenariot skall inträffa inte värderas. Inom deterministisk riskvärdering kan urskiljas två varianter, värsta tänkbara skadehändelse och dimensionerande skadehändelse /12/.

Den *värsta tänkbara skadehändelsen* är det scenario som innebär den mest omfattande skadan i den studerade byggnaden eller verksamheten. Att urskilja vilket scenario som innebär det absolut största möjliga skadeutfallet, där det inte går att finna något scenario med större skadeutfall, är näst intill omöjligt. Värsta tänkbara scenario vid dimensionering av personsäkerhet är en högst olämplig metod.

Metoden med *dimensionerande skadehändelse* går ut på att välja ett allvarligt scenario där t.ex. skyddssystem fungerar som det är tänkt. Det så kallade värsta troliga scenariot tillhör denna kategori av deterministiska riskvärderingar. Hur tillförlitlighet i skyddssystem ska hanteras vid deterministisk riskvärdering och bedömning av dimensionerande skadehändelser är diskutabelt. Framförallt då brand och utrymningssäkerheten är beroende av fler än ett tekniskt system eller när flera delar i brand och utrymningssäkerheten är avhängt tekniska system.



Figur 2: Placering av scenarier i ett sannolikhet och konsekvens diagram

De allmänna invändningarna mot deterministisk riskvärdering är att metoden inte beaktar hur ofta brand beräknas uppkomma och att fördelningen för antalet personer utsatta för kritiska förhållanden inte värderas. Invändningarna går kort sagt ut på att riskvärdering mellan liknande byggnader och verksamheter blir ojämn samt att riskjämförelser inte är möjliga vid deterministiskt val av brandscenario /12/.

3.2.2 Probabilistisk riskvärdering

Vid en probabilistisk riskvärdering beaktas sannolikhet eller frekvens för den oönskade händelsen. Till skillnad från den deterministiska metoden kan en probabilistisk riskvärdering utföras i ett flertal olika nivåer av noggrannhet. Nivån av noggrannhet sträcker sig från att endast använda förväntade värden (medelvärde) för de ingående parametrarna, till att utföra riskvärderingar med fördelningar för de ingående parametrarna samt för resultatet utföra osäkerhetsanalys /6/.

Då bränder i byggnader inte är särskilt vanliga och komplexiteten i brand är stor används uteslutande subjektiva sannolikheter. De skadehändelser som inträffar med sådan frekvens att det kan dras några statistiska slutsatser är placerade så långt till vänster i diagrammet i Figur 2 att de inte kan anses vara dimensionerande. Den subjektiva sannolikheten varierar beroende på vem som gör skattningen. Variationer i skattningen beror framförallt på varierande kunskap och personliga uppfattningar hos den som utför skattningen. Omfattande statistik och historiska data utgör ofta ett verktyg vid skattning av den subjektiva sannolikheten.

3.3 Statistik

Ett av de tillgängliga hjälpmedlen i uppskattning av sannolikhet och frekvens vid bedömning av skadehändelser är den omfattande nationella insatsstatistik som Statens räddningsverk samlat sedan 1998. Med hjälp av sammanställning och bearbetning av denna statistik får projektören ett bra statistiskt hjälpmedel i valet av skadehändelser i frågor som storlek och typ av startföremål samt effektutveckling och brandspridning respektive brandgasspridning. Att dra statistiska slutsatser och göra ingenjörsmässiga bedömningar i de ovan nämnda frågorna är möjligt utifrån insatsstatistik av brandorsak, startutrymme, startföremål och brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst.

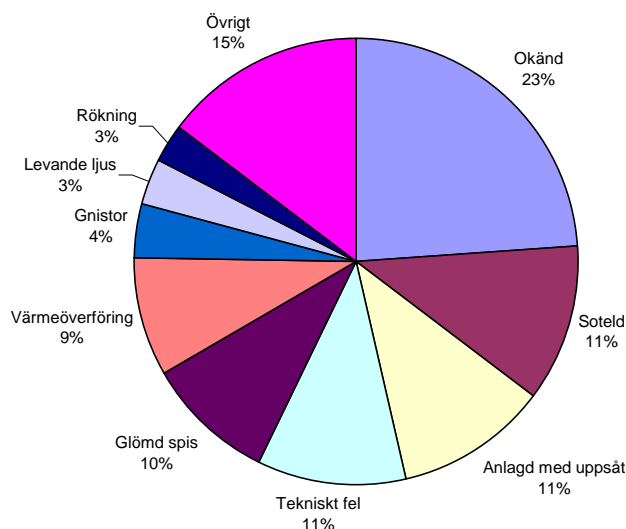
Räddningsverket sammanställer och presenterar årligen statistik på räddningsinsatser som utförs av landets räddningstjänster i rapporten Räddningstjänst i siffror. Statistiken bygger på uppgifter som kommunala och statliga räddningstjänster inlämnat till Räddningsverket, tillsammans med underlag som länsstyrelserna samlat in som en del i sin tillsynsverksamhet /18/.

Den nationella insatsstatistiken ska alltid granskas med kritiska ögon och alltid beaktas utifrån det statistiska underlaget vilket minskar ju mer specifikt urvalet görs.

3.3.1 Brandorsak

All sannolikheter bör bestämmas med hänsyn till de specifika förutsättningar som finns i byggnaden som ska dimensioneras men det underlättar att ha statistik från nationell insatsstatistik som underlag.

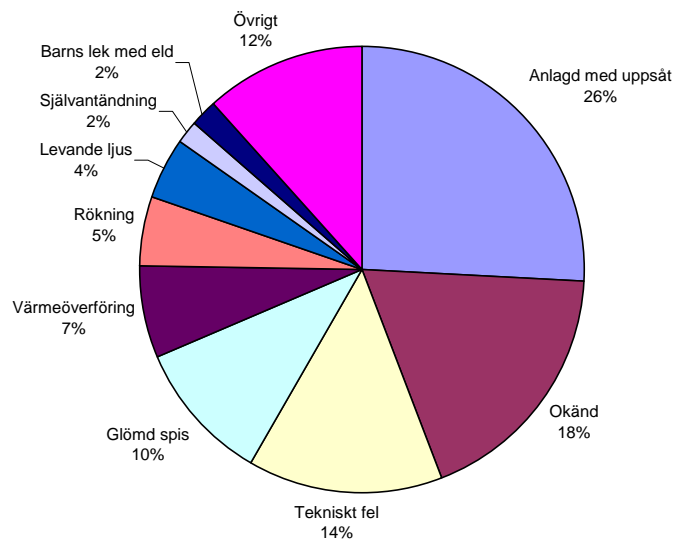
Brandorsak- totalt brand i byggnad



Figur 3: Brandorsak för bränder i byggnad 1998-2004 /18/

Som kan utläsas från Figur 3 är då brandorsaken är känd de vanligaste orsakerna soteld, anlagd brand, tekniskt fel, glömd spis och att branden orsakas av byggnadens värmeöverföring. Detta är statistik för brand i alla typer av byggnader det vill säga allmänbyggnad, bostäder, industribyggnader och andra byggnader. Om statistik för endast brand i allmän byggnad redovisas som i Figur 4 syns att den skiljer sig kraftigt från Figur 3.

Brandorsak- brand i allmän byggnad

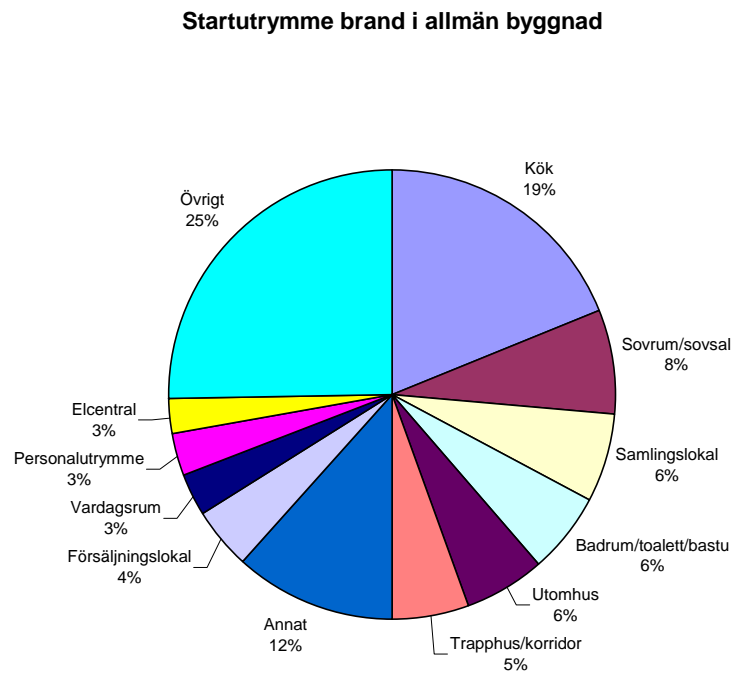


Figur 4: Brandorsak för bränder i allmän byggnad 1998-2004 /18/

I allmän byggnad är anlagd brand den allra vanligaste brandorsaken men ska slutsatser dras av lämpligt val av brandorsak i en byggnad bör inte enbart statistik för allmän byggnad studeras utan det krävs statistik för den aktuella verksamheten. Det vill säga insatsstatistik för verksamheter som exempel skolor, vårdbyggnader, handel, kontor. Sammanställning av den nationella insatsstatistiken över brandorsak och i respektive verksamhet finns i Appendix A.1: Brandorsak.

3.3.2 Startutrymme

Det vanligaste i till exempel allmän byggnad är att branden startar i köket följt av ett antal andra vanliga startutrymmen som ses i Figur 5.



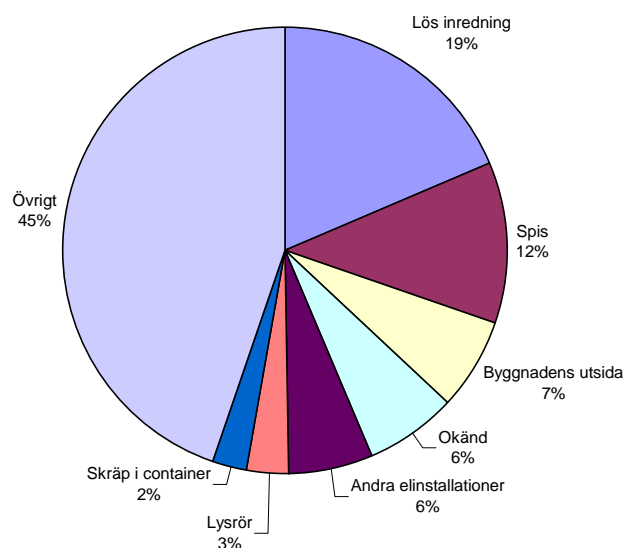
Figur 5: Startutrymme vid brand i allmän byggnad 1998-2004 /18/

Likt brandorsak är det så att om slutsatser ska kunna dras av lämpligt val av varför och var en brand startar i en byggnad bör inte enbart statistik för allmän byggnad studeras utan det krävs statistik som är mer specificerad. Sammanställning av den nationella insatsstatistiken över startutrymme i respektive verksamhet finns i Appendix A.2: Startutrymme.

3.3.3 Startföremål

Sannolikheter för startföremål bör bestämmas med hänsyn till de specifika förutsättningar som finns i byggnaden som ska dimensioneras. I Figur 6 uppvisas att lös inredning och spis är det klart vanligaste startföremålen i allmän byggnad.

Startföremål brand i allmän byggnad (1998-2004)



Figur 6: Startföremål vid brand i allmän byggnad 1998-2004 /18/

Likt statistik för brandorsak och startutrymme bör inte enbart statistik för allmän byggnad studeras utan det krävs statistik som är mer specificerad och insatsstatistik för byggnader med den aktuella verksamheten bör analyseras. Sammanställning av den nationella insatsstatistiken över startföremål i respektive objektsgrupp finns i Appendix A.3: Startföremål.

3.3.4 Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst

Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst är av intresse vid konsekvensanalys av brand i vissa byggnader och verksamheter samt konsekvens av brand i bestämda utrymmen. Konsekvensen av brand beroende på startutrymme är mycket betydande. Brandstart i en vanligt förekommande typ av utrymme kan tänkas mycket sällan medförde brandspridning medan brandstart i ett sällan förekommande utrymme mer frekvent orsakade mänskliga och materiella skador. I Appendix A.4: Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst finns därför en beskrivning av konsekvensen av olika brandstartutrymme för respektive objektsgrupp.

Det har endast gjorts konsekvensbeskrivning för allmänna byggnader och innefattar inte räddningsinsatser där fler än ett startutrymme har angetts.

Andel för de olika startutrymmena utgörs av antalet insatser till objektsgruppen då detta utrymme angetts som startutrymme dividerat med det totala antalet insatser till objektsgruppen. I Appendix A.4: Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst presenteras endast de startutrymmen som förekommer i sådan omfattning att det gör en betydande andel.

Konsekvensen uttrycks i andel av bränderna med samma startutrymme som vid räddningstjänstens framkomst haft en omfattning om brand i ett eller flera rum, det vill säga brand i ett rum, brand i flera rum och brand i flera brandceller.

3.4 Val av dimensionerande brandscenarier

Val av dimensionerande brandscenarier innebär en mängd bedömningar av sannolikhet för en viss händelse och konsekvensen eller effekten av den. I brandscenarier rymms hur branden påverkar byggnaden och människorna som befinner sig i byggnaden samt hur byggnad, människor och säkerhetssystem inverkar på branden. Avgörande vid val av dimensionerande brandscenarier är följaktligen:

- ✓ Storlek och typ av startföremål
- ✓ Effektutveckling samt brand och brandgasspridning
- ✓ Utrymningsscenario
- ✓ Brandens påverkan på skyddssystem
- ✓ Inverkan av tekniska system och dess tillförlitlighet

Nedan redovisas tre metoder och tillvägångssätt för val av dimensionerande brandscenarier.

3.4.1 Stegvis genomförande enligt ISO

Ett precist tillvägångssätt för att identifiera scenarier och för val av brandscenarier beskrivs i ISO 16733. Här beskrivs ett stegvisa genomförande i 10 steg där steg 1 till 5 är inriktade på att identifiera brandscenarier medan steg 6 till 10 görs för att urskilja vilka scenarier som bör väljas som dimensionerande.

Grunden i metoden för val av brandscenarier är: ”Undersök först vilken typ av verksamhet som skall bedrivas i byggnaden och vad i byggnaden samt verksamheten som kan ge upphov till brand. Identifiera sedan alla brandscenarier för att skapa scenariokategorier och välj ut dimensionerande scenarier som representerar respektive kategori. För varje brandscenario väljs sedan omsorgsfullt relevanta parametrarna” /10/.

Steg 1: Var startar branden

Var branden startar är starkt kopplat till varför det börjar brinna. Statistik på dessa områden kan vara ett bra hjälpmedel för valet av denna parameter.

Att identifiera var en byggnad eller del av byggnad är som mest sårbar för en brandinitiering innebär en mängd ingenjörsmässiga bedömningar. För byggnadens personskydd allvarliga placeringar av en brand kan t.ex. vara:

- ✓ i eller intill samlingslokaler
- ✓ om branden blockerar utrymningsväg
- ✓ brand startar i utrymme som inte är övervakat av brandlarm

Sannolikheter för startutrymme bör bestämmas med hänsyn till de specifika förutsättningar som finns i byggnaden som ska dimensioneras men det underlättar att ha statistik från nationell insatsstatistik som underlag. Intressant i steg 1 är framförallt statistik över brandorsak och startutrymme som det finns mer att läsa om i avsnitt 3.3.1 och 3.3.2 i kapitel 3.3.

Konsekvensen av brand beroende på startutrymme är av största vikt. Brandstart i en vanligt förekommande typ av utrymme kan tänkas mycket sällan medförde brandspridning medan brandstart i ett sällan förekommande utrymme mer frekvent orsakade mänskliga och materiella skador. Avsnitt 3.3.4 behandlar dessa frågor.

Dessutom är personsäkerheten i händelse av brand ofta beroende när branden upptäcks vilket ofta beror på startutrymme och om detta utrymme är kontrollerat med brandlarm. Bränder som startar i intilliggande utrymmen som saknar detektorer till brandlarm får ofta störst konsekvenser /13/.

Steg 2: Typ av brand

Typ av brand är starkt kopplat till de två ovan nämnda parametrar, var och varför, då dessa har betydelse för valet av antändningskälla. Antändningskällan avgör hur brandens initiala skede karakteriseras medan möjligheten för brandspridning samt brandrummets geometri, ventilation och öppningar avgör tillväxthastighet och maximal effektutveckling. Vid analytisk dimensionering av personskyddet i byggnader är det främst brandens initiala skede och tillväxt som är av intresse, ty kritiska förhållanden uppstår generellt före det att brand når maximal effektutveckling. Undantaget är mycket stora lokaler och lokaler i flera plan där det krävs bedömningar av maximal effektutveckling.

I begreppet typ av brand ingår alltså flera parametrar

- ✓ Brandens initiala skede, är ofta avhängt startföremålet
- ✓ Tillväxthastighet, kan enskilt eller gemensamt med det initiala skedet beskrivas med en α^2 brand.
- ✓ Maximal effektutveckling
- ✓ Produktion av brandgaser

Sannolikheter för startföremål bör bestämmas med hänsyn till de specifika förutsättningar som finns i byggnaden som ska dimensioneras. Särskilt intressant i steg 2 är att studera nationell insatsstatistik över startföremål för olika objekt. Avsnitt 3.3.3 behandlar dessa frågor.

Steg 3: Analys av särskilda faror

I detta steg menar författarna till standarden att projektören skall undersöka skadescenarier med extraordinärt stora konsekvenser. Brandscenarier av denna typ kallas ibland för *värsta tänkbara scenario* vilket beskrivs vidare i kapitel 3.2.

Steg 4: System och egenskaper som påverkar branden

Vilka passiva och aktiva system påverkar brand och utrymningsscenarierna? De passiva systemen har stor inverkan på brandförloppet så som brand och brandgasspridning, tillväxt samt maximal effektutveckling. Exempel på passiva system och faktorer är:

- ✓ *Lokalernas storlek* påverkar brandgasspridningen i rummet och brandens maximala effekt i form av begränsningar i mängd brännbart som kan inrymmas och är en faktor i de beräknings- och simuleringsmodeller som används.
- ✓ *Öppningar* (dörrar och fönster) avgör brandrummets rökfyllnad, brandgasspridning till intilliggande utrymmen samt är helt avgörande för storleken på den ventilationskontrollerade branden.
- ✓ *Material* i golv, väggar och tak påverkar värmetransporten genom elementen vilket i sin tur påverkar värme- och röktransporten i och mellan rummen. *Ytmaterial* har inverkan på brandspridning i rummet.

De aktiva systemen har generellt större inverkan på brand och utrymningsscenarioer som helhet. Exempel på aktiva system är:

- ✓ *Aktiva släcksystem* som till exempel sprinkler installeras för att släcka eller begränsa brandspridning och brandtillväxt men har också stor inverkan på brandgas fördelningen i rummet.
- ✓ *Brandgasventilation* (fläktar och luckor) kan vara helt avgörande för personsäkerheten i en byggnad om detta är korrekt dimensionerat.
- ✓ *Automatiskt brand och utrymningslarm* har mycket stor inverkan på utrymningsscenarioet

Tillförlitlighet av funktion och effektivitet hos de aktiva systemen bör analyseras med riskbedömningar.

Steg 5: Människors reaktioner och påverkan på branden

Det är av största vikt att uppskatta hur de som skall utrymma byggnaden kan tänkas reagera i händelse av brand. Personernas fysiska, mentala och sociala egenskaper påverkar reaktionerna vid brand och kan göra stora skillnader i den tid som krävs för utrymning. Typiska egenskaper som är av betydelse hos personer och grupper av människor är:

Medvetandegrad hos personerna påverkar hur och hur snabbt de uppfattar att det brinner. Medvetandegraden kan variera beroende på om personerna sover eller är vakna, om de är påverkade av alkohol eller liknande och eventuella mentala handikapp.

Lokalkännedom och Kunskap hos personerna i hur de bör agera i händelse av brand kan inte bara innebära att de snabbare försetts i säkerhet utan även skillnaden på en fullskalig brand och ett brandtillbud. Detta genom att en tidig släckinsats utförs av personer som befinner sig i byggnaden.

Steg 6: Händelseträäd

För respektive identifierat brandscenario undersöks om och hur scenariot kan utvecklas. För att begränsa antalet sluthändelser för varje scenario bör endast relevanta händelseutvecklingar analyseras. Exempel på sådana händelser relaterade till byggnadens system är bland annat ifall branden sprids från startföremålet, om brand och brandgaser innesluts i enskilda utrymmen eller ifall aktiva system i byggnaden uppfyller sitt syfte så att de begränsar eller bekämpar branden.

Även alternativa utvecklingar av utrymningsscenariot bör undersökas och inkluderas i händelseträdet. En mängd faktorer påverkar i varseblivnings-, beslut och reaktion samt förflyttningstid.

Steg 7: Bestämning av sannolikheter

Varje händelse i händelseträdet skall ges en specifik sannolikhet. Denna sannolikhet kan uppskattas med hjälp av statistik, befintlig data eller genom ingenjörsmässiga bedömningar.

Tillförlitlighet hos tekniska system så som branddetektorer, utrymningslarm och sprinkler finns ofta att tillgå från tillverkare, forskningsrön eller provningsinstitut. Det är däremot svårare att skatta till exempel var branden startar, i vilket föremål, om utrymningsvägar blockeras och så vidare.

Som hjälp för att göra ingenjörsmässiga uppskattningar av sannolikheten då tillgången av statistik och data är liten kan händelserna delas in i grupper beroende på sannolikhet. Om sannolikheterna för de olika grupperna väljs med omsorgsfulla är det enkelt att placera de olika händelserna i rätt grupp. Vid varje förgrening av händelseträdet ska den sammanlagda sannolikheten vara 100%.

Med hjälp av händelseträdet kan sedan sannolikheten för respektive scenario beräknas genom att multiplicera sannolikheterna för scenariots olika händelser.

Observera att när sannolikheter skall uppskattas görs ofta ett antal fel som byggs in i utredningen och skapar svagheter. Dessa vanliga fel bör projektören vara medveten om:

- ✓ Det är vanligt att det görs en underskattning av låga sannolikheter och överskattning av höga sannolikheter. Här förespråkas konservatism i valet av sannolikhet.
- ✓ Vid starkt konservativa hänseenden för att bestämma sannolikheter på scenarier förutsätts att förhållanden och händelser är oberoende av varandra. Detta avspeglar inte ofta verkligheten, vilket gör att en kvalitativ korrelation bör utföras där den kombinerade sannolikheten i scenariot blir högre än produkten av händelserna i scenariot.
- ✓ Inte sällan överskattas mycket ovanliga scenarier som inbegriper extrema risker, medan mycket vanliga scenarier förbises eller underskattas. Därför är olycksstatistik alltid användbart vid analytisk dimensionering.

Steg 8: Bestämning av konsekvenser

Uppskatta konsekvensen för respektive scenario i termer av till exempel antal omkomna, antal skadade eller kostnader av branden.

Likt metoden för ingenjörsmässig bedömning av sannolikheter kan en matris användas där konsekvenserna av scenarierna placeras i ett hanterbart stort antal grupper med väldefinierad konsekvens. Uppdelningen av de olika scenariernas konsekvenser i grupper kan ofta bli förenklad, stor variation av konsekvens i samma grupp och konsekvensen för scenariot kan variera kraftigt.

Att tänka på är att skyddssystem och organisatoriska rutiner ofta ses som verkningslösa eller perfekta. Extremutfallen bör undvikas vid bedömning av konsekvenser av brandscenarier. Dessutom påpekas svårigheten att genom ingenjörsmässiga bedömningar uppskatta konsekvenserna då ett eller flera säkerhetssystem helt eller delvis fallerar.

Steg 9: Riskbestämning

Den relativa risken för vart och ett av brandscenarierna återfås genom att på lämpligt vis multiplicera konsekvens med sannolikhet. Med utgångspunkt från den relativa risken rankas sedan brandscenarierna inbördes.

Steg 10: Dimensionerande brandscenarier

Slutligen skall de högst rankade brandscenarierna väljas för att genomgå kvantitativa analyser. Dessa brandscenarier skall representera den totala risken av alla scenarier och kallas *design fire scenarios* eller ”dimensionerande brandscenarier”.

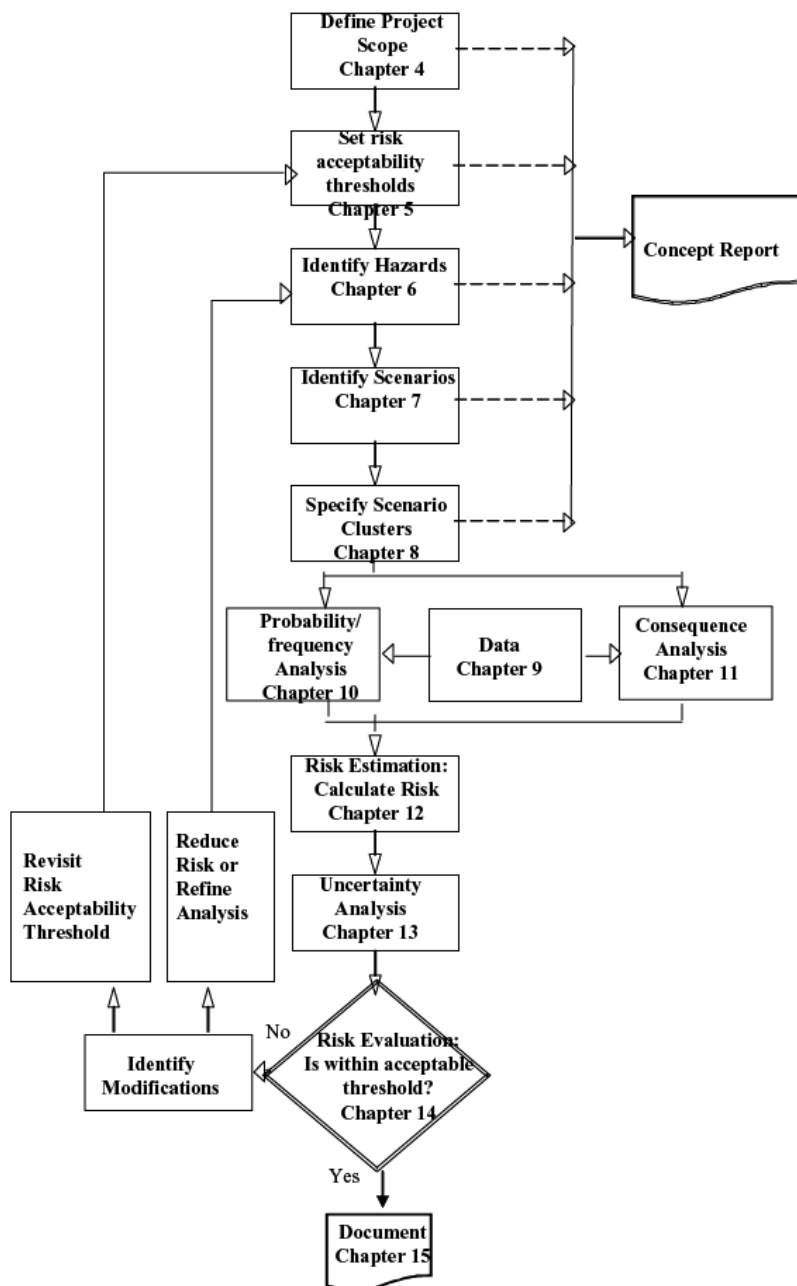
Att tänka på vid det slutliga valet av dimensionerande brandscenarier är framför allt:

- ✓ Om flera brandscenarier med mycket hög konsekvens och mycket låg sannolikhet utesluts bör deras sammanlagda sannolikhet beaktas. Dessa typer av scenarier kan i vissa fall slås samman till ett för alla representerande scenario.
- ✓ Det är inte lämpligt att utesluta brandscenarier på grund av ekonomiska skäl. Det är inte heller lämpligt att ta med eller utesluta scenarier för att påvisa nyttan av ett specifikt säkerhetssystem. Projektören skall alltid ha människornas säkerhet för ögonen.

3.4.2 Tillvägagångssätt enligt SFPE

Society of Fire Protection Engineers (SFPE) beskriver i SFPE Engineering Guide to Application of Risk Assessment in Fire Protection Design /19/ en metod för riskbaserad dimensionering av brandskyddet. Metoden bygger på att projektören följer ett flödesschema som visas i Figur 7.

En del i denna metod är att identifiera och välja ut dimensionerande brandscenarier. Tillvägagångssättet för detta beskrivs främst i Chapter 6-8, se Figur 7.



Figur 7: Flödesschema för riskbaserad dimensionering /19/

3.4.2.1 Identifiera risker

Att identifiera byggnadens eller lokalernas potentiella risker är det första steget i utvecklingen och urval av brandscenarier. Processen att identifiera risker inbegriper oftast en genomgång av bränder i liknande byggnader och verksamheter, objektsbesök och slutligen en hel del ingenjörsmässiga bedömningar. Det är viktigt att inte bara risker med nuvarande verksamhet utan att också risker med tänkbara framtida verksamheter analyseras.

Det första steget i att identifiera risker är att hitta vad som kan initiera ett brandscenario. Vad som främst bör utforskas är antändningskällor, tillgång till bränsle och riskförhöjande processer i verksamheten. Typ av antändningskällor och bränslen samt statusen, det vill säga sannolikhet eller frekvens, för dessa bör identifieras och analyseras.

Utöver detta ska projektören beakta aktiva och passiva skyddssystem som inte fungerar som önskat samt om det finns något extra sårbara eller skyddsvärt. Till exempel funktionshindrade personer i byggnaden, kulturminnesmärkt byggnad eller känslig miljö i närområdet.

3.4.2.2 Urskilja skadehändelser

Brandscenario är en kvalitativ och i tidsordning beskrivning av ett förlopp av händelser som resulterar i någon form av skadehändelse. Identifieringen av brandscenarier grundas på de risker som identifierats inledningsvis. Händelserna i scenarierna är oftast verkande eller icke verkande funktioner i tekniska och organisatoriska system eller i mänskliga beteenden.

SFPE föreslår att projektören genom att svara på ett antal frågor kan specificera de händelser och egenskaper som är relevanta för att formulera scenarier. Vid urskiljning av scenarier är det viktigt att grunda och basera dessa på vad projekteringen av brandskyddet ämnar skydda.

- a. Vilka antändningskällor finns, vad är tillgången till bränsle och är det några processer i verksamheten med extra stora risker?
- b. Under hur lång tid är det brand endast i startföremålet?
- c. Sprider sig branden till andra föremål?
- d. Blir det övertändning i startutrymmet?
- e. Sprider sig branden till andra rum och andra brandceller?
- f. Sprider sig branden till andra våningar?
- g. Sprider sig branden till andra byggnader?
- h. Avstannar branden och spridningen eller är den ständigt ökande?
- i. Vad är sannolikheten i att passiva och aktiva skyddssystem fungerar som tänkt?
- j. Kan förhållandena förändras under scenariot oavsett utvecklingen av branden?
- k. Vilka andra händelser inverkar på brandens utveckling och brandens påverkan på människorna? T.ex. utrymning och brandsläckning som är beroende på bl.a. kunskap, lokalkännedom och personernas förmågor.
- l. Vad resulterar en brand i? Vad och vem är utsatt för effekterna av brand?

Statistik från bränder i liknande byggnader och verksamhet får tillsammans med objektsspecifika och ingenjörsmässiga bedömningar kan ligga till grund för de svar projektören kan ge på frågorna ovan.

3.4.2.3 Välja dimensionerande scenarier

Antalet brandscenarier kan vara oändligt många och måste för fortsatt analys begränsas till ett hanterbart antal så kallade dimensionerande brandscenarier.

Syftet här är att välja ut ett hanterbart antal brandscenarier som vart och ett ska representera alla scenarier i respektive grupp av scenarier. En grupp av brandscenarier, så kallat scenario cluster, är en samling av scenarier med vissa men inte helt likriktade grunddrag. Att gruppera scenarierna är helt nödvändigt för fortsatta analyser och kvantifiering. Om brandscenierna inte grupperas får varje specificerat scenario så liten sannolikhet eller frekvens att det inte är möjligt att kvantifiera risken. Frekvensen för scenariogruppen är summan av alla de ingående scenarierna medan konsekvensen kvantifieras av konsekvensen av det representerande scenariot.

Svårigheten är framför allt att välja ut representativa scenarier, dimensionerande brandscenarier, för varje scenariogrupp. Konsekvensen av det representativa brandscenierna ska representera alla brandscenarier i scenariogruppen.

Genom att till exempel skapa ett händelsetråd med de representativa scenarierna som grenar i händelsetrådet har första steget i kvantifieringen av brandscenierna gjorts. Vad som återstår är sedan att omsorgsfullt uppskatta konsekvenserna samt frekvens eller sannolikheten för dessa scenarier vilket beskrivs i de följande kapitlen i guiden /19/.

3.4.3 International Fire Engineering Guidelines

I International Fire Engineering Guidelines Edition 2005 /20/ beskrivs en mycket systematisk metod för analytisk dimensionering av brandskydd. International Fire Engineering Guidelines är främst en guide i funktionsbaserade krav och analytiskdimensionering men en del i denna guide beskriver lämpliga metoder för val av dimensionerande brandscenarier.

Liknande de båda tidigare beskrivna tillvägagångssätten är det i International Fire Engineering Guidelines metod meningen att först hitta potentiella brandscenarier för att sedan ur dessa välja ut dimensionerande brandscenarier för fortsatt analys och för vart och ett av dessa specificera en dimensionerande brand.

3.4.3.1 Brandscenarier

Att hitta potentiella brandscenarier kan göras på flera sätt, bland annat genom ingenjörsmässiga bedömningar, slutledning från brandstatistik och litteratur samt utifrån den identifiering av byggnadens eller lokalernas potentiella risker som beskrivs i International Fire Engineering Guidelines.

I metoden för att identifiera byggnadens eller lokalernas potentiella brandrisker ska fyra faktorer beaktas /20/:

- ✓ Byggnadens utformning: t.ex. korridorer, lager och processhallar ska beaktas
- ✓ Aktiviteter: t.ex. processer, kök och ombyggnader ska beaktas
- ✓ Antändningskällor: t.ex. elektrisk och värmeavgivande utrustning ska beaktas

- ✓ Bränsletillgång: t.ex. möblering och brandfarligt gods ska beaktas

Varje brandscenario beskrivs som unika följder av händelser och resultat av omständigheter förknippade till brandskyddet /20/:

- ✓ Typ av brand: t.ex. glödbland, ventilationskontrollerad, bränslekontrollerad
- ✓ Utvecklingen av branden: t.ex. byggnadens utformning, bränsletillgång i byggnaden och ventilation
- ✓ De omgivande förhållandena: t.ex. vind, temperatur

I guiden uttrycks nödvändigheten i att välja ut ett antal representerande, dimensionerande, brandscenarier ur de identifierade. Detta urval ska göras med omsorg såväl som omdöme och resultera i ett val av brandscenarier med rimlig sannolikhet och signifikant potential för konsekvenser. Mycket mer kvalitativ vägledning för val av dimensionerande brandscenarier innehåller inte guiden dock innehåller International Fire Engineering Guidelines ett gediget avsnitt med data.

3.4.3.2 Data

Ett helt avsnitt i International Fire Engineering Guidelines ägnas åt att redovisa data som kan användas i metoden som guiden beskriver såväl som andra metoder för analytisk dimensionering av brandskyddet. Här redovisas data inom en mängd områden till stor nytta vid val av dimensionerande brandscenarier /20/.

- ✓ Sannolikhet för brand i olika verksamheter
- ✓ Egenskaper hos olika material
- ✓ Brandbelastning i olika verksamheter
- ✓ Sannolikhet för detektion och önskad verkan av t.ex. larm och sprinkler.

Samt beskrivning av problematiken och hänvisningar till andra källor i områden som sannolikhet i system för att kontrollera brandgaserna, utrymning och andra handlingssätt hos människor samt räddningstjänstens inverkan.

4 Jämförelse mellan förenklad och analytisk dimensionering

För att jämföra och analysera skillnaderna mellan förenklad och analytisk dimensionering har en fiktiv lokal där många människor kan tänkas vistas samtidigt valts att studeras. Den fiktiva lokalen som är en samlingslokal är projekterad med förenklad dimensionering kommer analyseras utifrån personsäkerhet med de metoder som används vid analytisk dimensionering.

Syftet med studien är att finna konvergens mellan förenklad och analytisk dimensionering. För att finna vart metoderna konvergerar undersöks vilket brand och utrymningsscenario som en lokal/byggnad projekterad med den förenklade metoden är dimensionerad för.

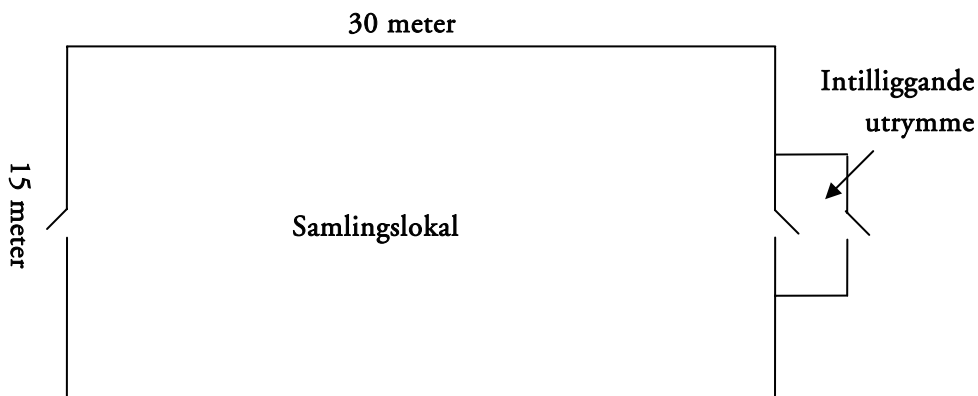
Med förenklad dimensionering antas det att kraven i §4 BVF är uppfyllda utan att detta behöver verifieras medan det vid analytisk dimensionering krävs verifiering av att kraven i nämnda paragraf är uppfylld.

4.1 *Förutsättningar*

Den fiktiva lokalen är en samlingslokal i ett plan projekterad med förenklad dimensionering. Lokalen är dimensionerad efter vad som är maximalt tillåtet enligt detaljkraven i BBR.

Närmare beskrivning av vilken verksamhet som kommer att bedrivas i lokalen behöver inte specificeras vid förenklad dimensionering. Undantaget hantering av brandfarlig vara, vilket inte är aktuellt att undersöka i denna studie. Ytskikt, möblering och dylikt regleras inte i sådan omfattning i BBR att det har någon väsentlig betydelse för fortsatt analys.

I BBR regleras inte hur stort eller litet avståndet mellan golv och tak får lov att vara. Takhöjden har dock betydelse för den analytiska dimensioneringen. I lokaler med dimensioner och verksamhet som den fiktiva samlingslokalen uppskattas 3 meters takhöjd som ett rimligt antagande.



Figur 8: Samlingslokal

Lokalen är försedd med heltäckande automatiskt brandlarm utförd enligt SBF 110:6. Detektering sker med rökdetektorer. Det maximalt tillåtna personantalet är 360 personer.

Av detta följer att lokalen uppfyller detaljkraven i BBR genom att:

- ✓ Maximalt gångavstånd till utrymningsväg är 30 meter beräknat med en faktor 2 för sammanfallande väg.
- ✓ Två oberoende utrymningsvägar
- ✓ Lokalen är försedd med utrymningslarm
- ✓ Bredd på respektive dörr i utrymningsväg minst 1,2 meter.
- ✓ Maximalt 150 personer per meter dörrbredd. $\left(\frac{360}{1,2 \cdot 2} = 150\right)$
- ✓ Maximalt 300 personer per meter dörrbredd om en är blockerad. $\left(\frac{360}{1,2} = 300\right)$

4.2 Analytisk studie av personsäkerhet

Då studien syftar till att finna konvergens mellan förenklad och analytisk dimensionering sker inte analysen i syfte att verifiera att brandskyddet i den fiktiva samlingslokalen är tillfredställande utan för att undersöka det dimensionerande brandscenariot.

4.2.1 Brandscenarier

För att genomföra denna analys och jämförelse har den metod som beskrivs i 3.4.1 ”Stegvis genomförande enligt ISO” valts med anledning av att detta är den mest systematiska metoden för val av dimensionerande brandscenarier.

I denna studie analyseras en lokal som inte är särskilt komplex, vilket gör att antalet tänkbara scenarier är betydligt färre än om byggnaden och lokalen vore tagen från verkligheten. Den begränsningen av antal scenarier gör att samtliga brandscenarier kommer gå igenom alla de steg som annars är till för att både identifiera och att sortera ut vilka som skall genomgå kvantitativa analyser.

Steg 1: Var startar branden

Två olika startutrymmen av intresse i denna studie.

Brandstart i samlingslokal

Branden startar i samlingslokalen. Detta är ofta den enda typ av brand som används då brandskyddet verifieras vid analytisk dimensionering /13/. Då det inte är specificerat hur samlingslokalen skall nyttjas är det svårt att bedöma i vad en brand kan tänkas starta. Det är dock troligt att branden initieras i något tyg eller trämaterial. Samlingslokalen skall enligt BBR 5:3711 vara försatt med utrymningslarm. Branden riskerar men behöver inte nödvändigtvis förhindra utrymning genom en av utrymningsvägarna.

Brand och utrymningsscenarier där en av utrymningsvägarna hindras av brand i samlingslokalen behandlas inte vidare i denna rapport utan inkluderas i nedanstående scenario, brand i intilliggande utrymme. Risken med brand i samlingslokal som hindrar en utrymningsväg och risken med brand i intilliggande utrymme, som också hindrar en utrymningsväg, bedöms vara likställda. Argumenten för att detta är en konservativ bedömning är framförallt att den något kortare tiden till kritiska förhållanden i det förstnämnda scenariot kompenseras av en tidigare indikering av brand, både för detektorer och visuellt.

Brandstart i intilliggande utrymme

I detta scenario startar branden i det intilliggande utrymmet. Bränder som startar i intilliggande utrymmen till samlingslokaler har vid ett flertal tillfällen visat sig få de mest katastrofala följderna /13/. Dessa utrymmen används ofta som förvaringsutrymmen för utrustning eller kläder om utrymmet fungerar som entré, med anledning av detta är bränsletillgången i utrymmet förhållandevis stort. I detta utrymme behöver det inte vara krav på detekterande brand och utrymningslarm. En brand i detta utrymme förhindrar utrymning genom en av dörrarna.

Steg 2: Typ av brand

Tillväxthastighet hos branden har i analysen beskrivits så som att brandens effektutveckling ökar kvadratisk med tiden. Genom att multiplicera tiden i kvadrat med en faktor α kan tillväxthastigheten varieras och ger ett uttryck för effektutvecklingen som en funktion av tiden. Tillväxthastigheten, det vill säga α , varieras i medium, fast och ultrafast. Vilken tillväxthastighet som väljs påverkar tiden till kritiska förhållanden och tiden till det att det automatiska brandlarmet skall utlösas.

I brandscenerierna förväntas branden inte bli bränslekontrollerad. Den maximal effektutveckling har ingen betydelse vid analys av personsäkerheten i den fiktiva byggnaden då kritiska och även dödliga förhållanden uppstår innan det att maximal effektutveckling uppstår.

Produktion av brandgaser beror av vilka material som är involverade i branden. Brandgasproduktionen påverkar tiden till detektion. Analysen har genomförts med ett värde på brandgasproduktion som är representativt för material som förväntas i denna typ av lokal /17/. Detta värde kallas optical smoke production och har uppskattats till 100 vilket motsvarar ett medelvärde av möblering i en samlingslokal av denna typ /21/.

Steg 3: Analys av särskilda faror

Det är svårt att utifrån en helt fiktiv lokal finna några skadescenarier med extraordinärt stora konsekvenser. Med lite mer kunskap i vilken omgivning lokalen/byggnaden är placerad kan och bör denna typ av scenarier analyseras.

Steg 4: System och faktorer som påverkar branden

Lokalens *storlek* och *öppningar* redovisas i Figur 8.

Ytskikt och beklädnad i samlingslokaler skall inte nämnvärt bidra till brands utveckling i lokalen. Golvbeläggningen i samlingslokaler skall vara utförd i material med måttlig benägenhet att sprida brand och utveckla brandgas (BBR 5:513). Slutsatsen av detta i valet scenario är att ytskiktets bidrag till brandtillväxten är försumbar under den tid som ur personsäkerhets hänseende är relevant.

I det initiala skede som påverkar personsäkerheten är de *passiva systemen* som t.ex. brandavskiljande väggar inte av betydelse i en byggnad utformad som denna.

Enligt BBR 5:3711 skall samlingslokal "förses med *utrymningslarm* som aktiveras automatiskt eller från bemannad plats vid brandindikation". I rådet står att "Utrymningslarm bör ge dem som uppehåller sig i samlingslokalen talad information om lämpliga åtgärder vid utrymningen". Om utrymningslarmet ger talad information eller bara larm med ringsignal har mycket liten betydelse i denna relativt lilla samlingslokal.

Dörrar i utrymningsvägar från samlingslokaler bör kunna öppnas genom att man enbart trycker på dörren eller öppnar den med ett lättmanövrerat trycke (BBR 5:342)

Organisatoriskt brandskydd antas inte ha någon inverkan på vare sig brand eller utrymningsscenario.

Steg 5: Människors reaktioner och påverkan på branden

Då fler brandscenarier skall analyseras är det av största vikt att undersöka människors reaktioner och påverkan på branden för att välja ut vilka scenarier som skall analyseras vidare.

Hur utrymningen sker är mycket beroende på människors reaktioner och beteende. Med anledning av att verksamheten i samlingslokalen inte är känd är det omöjligt att närmare specificera och spekulera i hur människor kommer att reagera och bete sig under ett utrymningsscenario. I denna studie antas samtliga utrymmande vara benägna och förmögna att av egen kraft försätta sig i säkerhet. Enda skillnaden i hur utrymningen genomförs görs vid bedömning av utrymningsscenario då utrymningslarm aktiveras och då detta inte aktiveras. Den kvalitativa slutledningen är att utrymning vid aktiverat utrymningslarm påbörjas avsevärt tidigare och genomförs förmodligen snabbare på grund av att det sker under mer ordnade former. En kvantitativ bedömning av utrymningsscenarierna för beräkningar av utrymningstider finns i avsnitt 4.3.

Steg 6: Händelsetråd

Ett fullständigt händelsetråd innehållande samtliga beaktade brandscenarier finns i Appendix B: Händelsetråd.

Utvecklingen av ett brandscenario beror av många mer eller mindre betydelsefulla variabler, några exempel är: var branden startar, öppningar och ventilation, tillväxthastighet och variationer av tillväxthastighet över tiden, produktion av brandgaser. Dessutom beror utrymningsscenariot av en mängd variabler; antal och typ av personer i byggnaden, aktuell tillgänglighet till utrymningsvägar, hur och tid till att personerna blir varse att det brinner, och så vidare.

Listan på variabler på utvecklingen och grenarna på händelsetrådet måste begränsas och valen av händelser ska motiveras väl. De undantagna variablerna, händelser som är fixa i brandscenariot, kan sedan varieras i en känslighets analys. I denna analys har valts att i brandscenarierna variera; var branden startar, typ av brand (tillväxthastighet) och om brand och utrymningslarm aktiveras eller inte. Val av variabler har gjorts utifrån att dessa bör vara de som påverkar personsäkerheten i byggnaden mest i händelse av brand.

Steg 7: Bestämning av sannolikheter

I den aktuella analysen skulle det vara möjligt och fortfarande hanterbart att ge en specifik sannolikhet till varje händelse i händelsetrådet. Vid analys av större och mer komplexa byggnader är det troligt att projektören tvingas välja bort vissa grenar i händelsetrådet för att göra det hanterbart. I denna analys görs endast sannolikhetsbedömning och fortsatt analys på brandscenarier där tillväxthastigheten är medium eller högre. De typer av bränder som har långsammare tillväxthastighet bedöms ha mycket liten sannolikhet samt konsekvenserna av dem uppskattas till obetydliga.

I analysen antas sannolikheten för de två startutrymmena vara lika stor. Sannolikheten för en brand i samlingslokalen som skulle blockera en av utrymningsvägarna är inbegripen i sannolikheten för brand i intilliggande utrymme, läs mer under steg 1.

För de olika typerna av brand, medium, fast och ultrafast, har en fördelning av sannolikheten för respektive tillväxthastighet valts till 15%, 75% och 10%. I sannolikheten för medium tillväxthastighet omfattas även sannolikheten för långsammare tillväxthastighet. Sannolikheten för de olika typerna av brand bygger på i vilken typ av inredningsenhet/material det troligen börjar brinna. Från studier på effektutvecklingen av bränder i olika material kan utränas att material som kan tänkas finnas i samlingslokaler, möbler och så vidare, samt till samlingslokal intilliggande utrymmen har en tillväxthastighet som företrädesvis representeras av en fast tillväxthastighet /17/.

Då utrymningen av byggnaden skall kvantifieras genom beräkningar av utrymningstid är förutom tillgången till utrymningsvägar även om utrymningslarmet aktiveras eller inte avgörande. Sannolikheten för att utrymningslarmet ska aktiveras uppskattas till 93% det vill säga att felsannolikheten för utrymningslarmet är 7% /13/. I uppskattningen av sannolikhet för aktivering av utrymningslarmet ingår tillförlitlighet hos rökdetektorer och i utrymningslarmet samt manuell aktivering av larmet.

I International Fire Engineering Guidelines finns en mängd data att hämta angående sannolikhet och frekvens

Steg 8-10

Då alla scenarier i händelseträdet analyseras vidare görs ingen skattning av den relativa risken i detta skede. Konsekvensen för respektive scenario uppskattas inte utan kvantitativa bedömningar görs på samtliga scenarier.

4.3 Beräkningar

Kravet vid analytisk dimensionering är att personsäkerheten skall vara minst lika bra som om byggnaden dimensioneras med förenklad dimensionering. Som utgångspunkt för att verifiera att detta uppfylls används, som beskrivs närmare i avsnitt 2.4, att gränsvärden för kritiska förhållanden inte ska överskridas under den tid som behövs för utrymning

De dimensionerande förutsättningarna är att tiden för utrymning skall vara mindre än tiden till att kritiska förhållanden uppstår.

4.3.1 Utrymning

Utrymningstid är den tiden som förflyter från det att branden startar till att personerna som vistas i byggnaden har satt sig i säkerhet. Den totala tiden för utrymning delas in i tre delar; varseblivning, reaktion och beslut samt förflyttning. Delarnas sammanlagda tidsåtgång utgör utrymningsiden.

$$t_{\text{utrymning}} = t_{\text{varseblivning}} + t_{\text{beslut och reaktion}} + t_{\text{förflyttning}}$$

Utrymningstiden varierar för de olika scenarierna beroende på tillgång till utrymningsvägar samt om utrymningslarmet aktiveras eller inte. De beräknade tiderna för utrymning redovisas i Appendix B, nedan följer en beskrivning hur de tagits fram.

Som varseblivningstid använd tiden från brandinitiering till detektion i de scenarier då brandlarmet antas fungera som önskat. I de scenarier då brandlarmet inte antas fungera är det mycket svårare att ansätta en tid till att alla personer i lokalen är varseblivna. I denna studie används tiden till detektion som varseblivningstid även i de scenarier då brandlarmet inte antas fungera. Att anta att någon eller några av de 360 personer som befinner sig i lokalen inom eller till och med innan den tiden det tar för brandlarmet att detektera att det brinner är högst rimligt. Däremot tar det längre tid till det att samtliga i lokalen är varse att de bör utrymma. Distinktion mellan scenarierna görs istället i tiden för beslut och reaktion.

Hur man blivit varse om att det brinner är förutom sällskap och miljö avgörande för beslut och reaktionstiden, därför varierar denna tid mellan de olika scenarierna. Då brandlarmet antas fungera som önskat ansätts beslut och reaktionstiden till 1 minut. I de scenarier då brandlarmet inte antas fungera ansätts beslut och reaktionstiden till 2 minut vid brand i samlingslokal och till 3 minut vid brand i intilliggande utrymme. Orsaken till att beslut och reaktionstiden är längre vid brand i intilliggande utrymme är främst att det tar längre tid att förstå allvaret och nödvändigheten att utrymma då branden inte är lika synlig som vid brand i samlingslokal. Anledningen till att beslut och reaktionstiden är längre då utrymningslarmet inte fungerar beskrivs ovan. Samtliga tider har uppskattats utifrån *Tid för utrymning vid brand* [7].

Då tillgången till utrymningsvägar varierar beroende på var det brinner varierar också evakueringstiden, den så kallade förflyttningstiden, beroende på köbildning vid utrymningsvägarna. Vid utrymning av lokalen då båda utrymningsvägarna är tillgängliga, brand

i samlingslokal, är förflyttningstiden cirka 1 minuter och 10 sekunder. Vid brand i intilliggande utrymme då det endast finns möjlighet att utrymma genom en av dörrarna blir förflyttningstiden cirka 1 minuter och 50 sekunder. Förflyttningstiden har beräknats med Simulex se Appendix C.1: Simulering av utrymningstid med Simulex.

Med handberäkning återfås med motsvarande förutsättningar förflyttningstider på två och en halv minut respektive fyra och en halv minut. En liten del av skillnaden mellan dessa tider förklaras av att handberäkningar inkluderar gångtiden till utrymningsväg vilket inte tas med i Simulex. Att inte inkludera gångtiden är det mest rimliga ty kön börjar redan då förflyttningen till utrymningsväg inleds. Den övriga differensen mellan Simulex och handberäkningar samt bedömning av vilket värde som är mest rimligt, har inte beaktats i fortsättningen av denna rapport men ska observeras och beaktas då slutsatser dras.

Sammanställning av alla varseblivnings, beslut och reaktions samt förflyttningstider redovisas i Appendix B: Händelsetråd.

4.3.2 Brandförlopp

Brandförloppen har simulerats i Argos. Syftet med brandförloppsberäkningar är att finna tiden till detektion av utrymningslarmet samt tiden till kritiska förhållanden för att jämföra dessa med tiden för utrymning av lokalen. Variationer i brandförloppsberäkningar har gjorts i avseende på var branden startar och hur snabbt den tillväxer. I Appendix D.2: Resultat av brandförloppsberäkningar redovisas alla resultat från beräkningar av brandförlopp.

Startutrymme	Tillväxthastighet	Detektionstid	Tid till kritiska förhållanden
Samlingslokal	Medium	132 sekunder	312 s
	Fast	67 s	204 s
	Ultrafast	34 s	132 s
Intilliggande utrymme	Medium	194 s	518 s (306 s)
	Fast	124 s	329 s
	Ultrafast	67 s	224 s

Tabell 1: Resultat från brandförloppsberäkningar

Tid till kritiska förhållanden är den tid som förflyter från det att branden startar till det att kritiska förhållanden uppstår i samlingslokalen, det vill säga inte till det att kritiska förhållanden uppstår i det intilliggande utrymme. I samtliga brandförloppsberäkningar förutom vid medium tillväxthastighet då branden startar i intilliggande utrymme är det brandgaslagrets höjd som är det kritiska förhållanden uppstår först.

I det fall då branden startar i intilliggande utrymme med en medium tillväxthastighet är det siktförhållandena som i simuleringarna först skapar kritiska förhållanden efter cirka fem minuter. Med de begränsningar i Argos som redovisas i Appendix D.1: Simulering av brandförlopp med Argos samt de antaganden som görs av hur utrymningen ska ske är det inte rimligt att anta att

siktförhållanden ska utgöra de kritiska förhållandena i detta scenario. Kriteriet för kritiska förhållanden utgörs av brandgaslagrets höjd i samtliga scenarier.

4.4 Jämför brand och utrymningsberäkningar

Återstår då att jämföra beräknade tider för utrymning respektive tid till det att kritiska förhållanden uppstår. I tabellen nedan redovisas jämförelse av utrymningstid och tid till kritiska förhållanden för respektive scenario. Ett negativt resultat i tabellens högra kolumn medför att kritiska förhållanden uppstår innan lokalen har hunnit utrymms.

Scenario				
Nr	Startutrymme	Utrymningslarm aktiveras	Tillväxthastighet	$t_{ut} - t_{krit}$
1	Samlingslokal	Ja	Medium	165 sekunder
2			Fast	9 s
3			Ultrafast	-30 s
4	Samlingslokal	Nej	Medium	-8 s
5			Fast	-51 s
6			Ultrafast	-90 s
7	Intilliggand utrymme	Ja	Medium	158 s
8			Fast	39 s
9			Ultrafast	-9 s
10	Intilliggand utrymme	Nej	Medium	38 s
11			Fast	-89 s
12			Ultrafast	-129 s

Tabell 2: Jämförelse mellan brand och utrymningsberäkningar

Syftet med denna analys är att undersöka vilka brand och utrymningsscenarier som en lokal/byggnad projekterad med den förenklade metoden är dimensionerad för. Som åskådliggörs i Tabell 2 är personsäkerheten i samlingslokalen avhängt ett fungerande brand och utrymningslarm samt att tillväxthastigheten inte överstiger *fast*. Att brand och utrymningslarm fungerar som önskat samt att tillväxthastigheten inte överstiger *fast* är således dimensionerande för den här samlingslokalen. Fler slutsatser av jämförelsen finns i avsnitt 5.1.

De ovan nämnda förutsättningarna borde även vara dimensionerande vid analytisk dimensionering av en likvärdig lokal. Dock ska personsäkerheten vid förhållanden utanför dessa dimensionerandeförutsättningar inte vara sämre än om brandskyddet var förenklat dimensionerat, t.ex. om utrymningslarmet inte fungerar. Det vill säga att den sammanlagda risken för att utsättas för kritiska förhållanden inte får vara större än om brandskyddet var förenklat dimensionerat. Detta diskuteras vidare i inledningen till kapitel 5.

5 Diskussion och slutsatser

Det finns en distinktion mellan kraven på brandskyddet vid analytisk dimensionering och förenklad dimensionering av brandskyddet. Det vill säga att det är skillnader mellan vad som i verkligheten anses vara en säker byggnad och resultaten från analytisk dimensionering. Samtidigt är det ett faktum att förenklad dimensionering ändå fram till BBR 10 kunde användas på samtliga byggnader, oavsett hur komplicerade de var. Riskspridningen inom gruppen samlingslokaler är enorm och Johan Lundin visar i sin avhandling att förenklad dimensionering bör justeras för flertalet typer av lokaler.

Att de idag tillämpade metoderna för val av brandscenarier och dimensionerande brand har den inverkan att de dimensionerande scenarierna ser olika ut beroende på vem som projekterar brandskyddet råder det ingen tvekan om. Detta visas i samtliga de fallstudier som genomförs regelbundet bland annat i en omfattande studie som Society of fire protection engineers lät göra och som presenterades på en internationell konferens 2004 /14/.

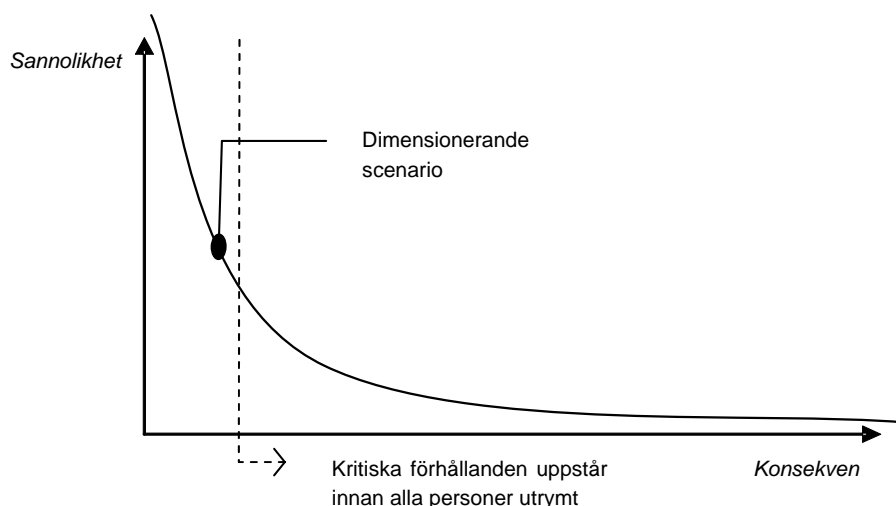
Kravet vid analytisk dimensionering är att personsäkerheten skall vara minst lika bra som om byggnaden dimensioneras med förenklad dimensionering. Ytterligheterna i att analytiskt dimensionera brandskyddet är;

- ✓ att med ett litet antal starkt konservativt valda brandscenarier verifiera att förhållandena i byggnaden inte blir sådana att gränsvärden för kritiska förhållanden uppstår under den tid som behövs för utrymning eller...
- ✓ att använda fördelningar och statistiska modeller för att visa att risken för att gränsvärden för kritiska förhållanden uppstår under den tid som behövs för utrymning är acceptabla

Ett problem är att de ovan nämnda ytterligheterna är så kraftigt skilda att det inte kan göras jämförelser i resultat mellan de båda. Klichémässigt kan sägas att metoderna inte talar samma språk: Den sistnämnda metoden behandlar sannolikheter för oönskade konsekvenser medan den första ska visa att dessa konsekvenser inte uppstår.

I den förstnämnda metoden projekteras och dimensioneras brandskyddet så att det i de starkt konservativt valda brandscenarierna inte uppstår kritiska förhållanden innan det att personer hunnit utrymma. Bildligt kan sägas att projektören med hjälp av dimensioneringen av brandskyddet förändrar och anpassar formen på kurvan i Figur 9 nedan så att de dimensionerande scenarierna hamnar på den sida då kritiska förhållanden inte hinner uppstå. Hur denna omformning påverkar kurvans utseende i övrigt behandlas på sin höjd med en känslighetsanalys.

Med den andra metoden förändrar och anpassar projektören formen på kurvan i Figur 9 med hjälp av dimensioneringen av brandskyddet så att risken för att utsättas kritiska förhållanden är acceptabla. Det vill säga i denna metod är det i motsats till den förstnämnda just formen på kurvan på den sida då kritiska förhållanden uppstår som är intressant.



Figur 9: Sannolikhet och konsekvens diagram

Att mellan och med dessa ytterligheter jämföra metod och resultat eller, vilket vore önskvärt, verifiera och hitta gränsvärden för den förstnämnda med hjälp av den andra är mycket svårt.

5.1 Jämförelse mellan förenklad och analytisk dimensionering

Slutsatsen som kan dras av jämförelsen är att utrymnings säkerheten i den här typen av förenklad dimensionerade lokaler och byggnader är i stort avhängt ett väl fungerande utrymningslarm. Dimensionerande brandscenarier för denna typ av förenklad dimensionerade lokaler skulle utifrån dessa resultat kunna sägas vara brand med tillväxthastighet Fast i samlingslokal och intilliggande utrymme med de förutsättningar som anges i scenario 2 och 8, se Tabell 2 och avsnitt 4.2.1.

Förutsatt inga felfunktioner i utrymningslarmet klarar den helt förenklad dimensionerade fiktiva lokalen med mycket liten marginal en brand med tillväxthastighet Fast. Se Tabell 2 på sida 47. Då utrymningslarmet inte fungerar som önskat klarar den fiktiva lokalen ingen av brandscenarierna med brandstart i samlingslokalen och klarar endast ett scenario i intilliggande utrymme.

För att dra några slutsatser i övrigt av studien är det intressant att undersöka sambandet mellan sannolikhet för scenariot och huruvida personer hunnit utrymma innan kritiska förhållanden uppstår i respektive scenario. I Appendix B: Händelsetråd, redovisas hela händelsetrådet och utifrån detta kan en hel del slutsatser av studien dras.

Sannolikheten för att utsättas för kritiska förhållanden skiljer sig obetydligt beroende på startutrymme. Däremot är marginalen i tid för att utrymning ska hinna ske innan det att kritiska förhållanden uppstår betydligt större vid brandstart i intilliggande utrymme. Jämför utrymningstid minus tid till kritiska förhållanden för de mest troliga scenarierna, utrymningslarm aktiveras.

Beräkningarna omfattar ingen hantering av osäkerheter vilket skall beaktas. Bland de osäkerheter som bör beaktas hör faktorer som tiden för utrymning, takhöjd och så vidare. Därför ska poängteras att dessa resultat endast är giltigt för just denna lokal med just dessa ingångsvärden men utifrån detta kan sägas att sannolikheten för att tiden för utrymning är mindre än tiden till det att kritiska förhållanden uppstår är 0,84. Detta kan också beskrivas som att sannolikheten för att utsättas för kritiska förhållanden i händelse av brand i den förenklat dimensionerade lokalen är 16%.

5.2 *Guider för val av dimensionerade brandscenarier*

I detta projektarbete kapitel 3.4 studeras tre guider för val av dimensionerande brandscenarier:

- ✓ ISO 16733, Selection of design fire scenarios and design fires /10/
- ✓ SFPE Engineering Guide to Application of Risk Assessment in Fire Protection Design /19/
- ✓ International Fire Engineering Guidelines /20/

De två sist nämnda guiderna SFPE och International Fire Engineering Guidelines beskriver mycket djupt hela processen vid analytisk dimensionering där val av dimensionerande brand är en del i hela processen, medan ISO 16733 är specificerad på endast val av dimensionerande brandscenario och dimensionerande brand.

I ISO's stegvisa genomförande görs identifieringar och urval av parametrar för både brandscenarier och dimensionerande brand gemensamt genom hela processen medan det i de andra två metoderna först utförs val av dimensionerande brandscenarier och efter detta genomförs identifieringar och urval av parametrar för dimensionerande brand. En belastning med ISO's stegvisa genomförande är att det parallella urvalet av brandscenarier och parametrar för dimensionerande brand kan göra att fokus inte är på rätt detaljer genom de olika stegen.

Gemensamt för SFPE's och International Fire Engineering Guidelines metoder för val av dimensionerande brandscenarier är att de förespråkar ett mycket grundligt förarbete med att identifiera risker och urskiljning av potentiella brandscenarier. I ISO's stegvisa genomförande är detta något som projektören styrs in i och igenom med hjälp av metodens indelning i steg. Förenklat kan sägas att detta medför att i ISO's stegvisa genomförande upptäcks de potentiella brandscenarierna samtidigt som alla brandscenarierna tvingas tas igenom alla steg. Vid mindre byggnader är detta en fördel ty fler brandscenarier analyseras grundligare medan det vid större byggnader lätt kan göras misstag och försummelser i prioriteringen när ett stort antal scenarier ska beaktas under så lång process.

Gemensamt för ISO's stegvisa genomförande och SFPE's metod för val av dimensionerande brandscenarier är att de hänvisar projektören till att av alla identifierade brandscenarier skapa scenariokategorier och välj ut dimensionerande scenarier som representerar respektive kategori.

5.3 Statistik och data

Statistik är det bästa och i många fall det enda verktyget tillhanda för att göra bedömningar i val av dimensionerande brandscenarier. I de analytiska dimensioneringar som görs med kvantifierad riskanalys är det helt nödvändigt att bedöma och uttrycka sannolikheter i kvantitet vilket ställer stora krav på statistik och data.

I Fire Engineering Guidelines finns en stor mängd data som kan användas i analytisk dimensionering av brandskyddet. Rationell och vedertagen data angående egenskaper hos olika material, brandbelastning i olika verksamheter och sannolikhet för brand i olika verksamheter samt sannolikhet för detektion och önskad verkan av t.ex. larm och sprinkler kan nyttjas i stor utsträckning /20/.

För att den insatsstatistik som Statens räddningsverk samlat sedan 1998 ska kunna vara ett hjälpmedel krävs att statistiken sammanställs och bearbetas. En omfattande sammanställning över statistik rörande brandorsak, startutrymme och startföremål finns i Appendix A. Denna statistik är främst en sammanställning av all insatsstatistik mellan 1998 och 2004 och har inte bearbetats i övrigt.

I avsnitt 3.3.4 Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst, har statistiken bearbetats och analyserats så att det framkommit ett mått på risken med brandstart i ett vist utrymme i en specifik verksamhet. Analyser och bearbetning av statistik av den här typen kan vara ett utomordentligt hjälpmedel vid val av dimensionerande brandscenarier.

5.4 **Fortsatt arbete**

Det fortsatta arbete bör inriktas att försöka skapa mer överensstämmelse mellan förenklad och analytisk dimensionering och som Johan Lundin visar i sin avhandling att förenklad dimensionering bör justeras så att ett mått på risk beaktas tydligare. Allt detta arbete bör kontinuerligt utföras för att anpassa Boverkets byggregler och andra handbokslösningar så att de är mer anpassade till verkligheten.

Dessutom har det i denna rapport framkommit att för att underlätta analytisk dimensionering och val av dimensionerande brandscenarier bör fortsatt arbete göras inom:

- ✓ Det är önskvärt att ta fram nationellt gemensamma riktlinjer för val av dimensionerande brandscenarier
- ✓ Med fördel kan insatsstatistik och data från tillsyn samt skriftliga redogörelser analysera alltmera ju bredare och mer omfattande denna databank blir vilket skulle underlätta vid riskbedömningar av brand.
- ✓ En sammanställning av data för bland annat sannolikhet detektion och önskad verkan av t.ex. larm, sprinkler och system för att kontrollera brandgaser samt handlingsätt hos människor.

5.4.1 **Riktlinjer för val av dimensionerande brandscenarier**

Vad som till allra största del redovisas i dokumentationer vid analytisk dimensionering av brandskyddet är vilka bedömningar som gjorts och vilka resultat som kommit fram av de kvantitativa analyser som genomförts. Analytisk dimensionering och val av brandscenarier bygger till allra största del på kvalitativa bedömningar därför borde det finnas ett kvalitetssäkrande system/metod som gör att de som granskar en analytisk dimensionering kan följa hur projektören genomfört sina kvalitativa bedömningar.

I detta projektarbete beskrivs och utvärderas tre internationella guider för val av dimensionerande brandscenarier. Att på sikt hitta riktlinjer liknande dessa men anpassade till nationella förhållanden skulle gynna användandet av analytisk dimensionering av brandskyddet. Anpassat till det objekt som ska projekteras kan brandskyddsprojektören enkelt följa riktlinjer för val av dimensionerande brandscenarier och dokumentera enligt riktlinjerna. Resultatet blir framförallt att det vid granskning av den analytiska dimensioneringen är enkelt att följa de kvalitativa bedömningar som ligger till grund för hur brandskyddet är utfört.

5.4.2 Bearbetning av insatsstatistik och data från tillsyn

Likt det som redovisas i avsnitt 3.3.4 och Appendix A.4 kan den statistik som finns från alla insatser sedan 1998 analyseras och bearbetas så att fler slutsatser kan dras. Det finns ett otal samband och mått på risk som kan analyseras ur den statistik som finns i räddningsverkets statistik databaser. Tillsammans med data från kommuner och länsstyrelsen tillsynsverksamhet kan ytterligare riskanalyser genomföras som skulle underlätta vid analytisk dimensionering och val av dimensionerande brand.

5.4.3 Sammanställning av data

Likt den data som finns i Fire Engineering Guidelines skulle det för svenska förhållanden kunna finnas en databank med rationell och vedertagen data. Denna databank kan innehålla egenskaper hos olika material, brandbelastning i olika verksamheter och sannolikhet för bland annat detektion och önskad verkan av t.ex. larm och sprinkler och sannolikhet i system för att kontrollera brandgaserna. Dessutom skulle data och statistik rörande bland annat utrymning och andra handlingssätt hos människor behöva sammanställas och göras mer hanterligt i projekteringssammanhang. .

6 Referenser

- /1/ Danish Institute of Fire and Security Technology, *Argos User's Guide*, Copenhagen 2003
- /2/ Boverket, *BBR Boverkets byggregler*, Boverkets publikationsservice Karskrona 2002, ISBN: 1100-0856
- /3/ Boverket, *Utrymningsdimensionering*, Boverkets publikationsservice Karskrona 2004, ISBN 91 7147 796-9
- /4/ Brandteknik, *Brandskyddshandboken*, Rapport 3117, Lunds tekniska högskola, Lund 2002
- /5/ Brandteknik, *Brandskyddshandboken*, Rapport 3134, Lunds tekniska högskola, Lund 2005
- /6/ Davidsson G. m.fl. *Värdering av risk*, Räddningsverket Karlstad 1997, ISBN 91-88890-82-1
- /7/ Frantzich H. *Tid för utrymning vid brand*, Räddningsverket Karlstad 2001, ISBN 91 7253-092-8
- /8/ *Gemensamma riktlinjer för brandteknisk dimensionering*, Helsingborgs brandförvar, Köpenhamns brandvæsend, Lunds brandförvar, Malmö brandkår och Brandteknik vid LTH, Malmö 2001
- /9/ Integrated Environmental Solutions Limited's: <http://www.ies4d.com/VESystem/VE-Evacuation/simulex/simulex.htm>
- /10/ International Organization for Standardization, *Fire Safety Engineering - Selection of design fire scenarios and design fires*
- /11/ International Organization for Standardization, *ISO/TR 13388-2: Fire Safety Engineering - Design fire scenarios and design fire*. Geneva 1999
- /12/ Johansson H. Lundin J. *Riskbaserad utvärdering av alternativ brandskydds-utformning i byggnader*, Rapport 7008, Lunds tekniska högskola, Lund 1999
- /13/ Lundin J. *Acceptabel risk vid dimensionering av utrymnings säkerhet*, Rapport 3129, Lunds tekniska högskola, Lund 2004
- /14/ Society of Fire Protection Engineers, *Case studies*, European commission facilities, Luxembourg 2004
- /15/ Society of Fire Protection Engineers och NFPA, *The SFPE engineering guide to performance-based fire protection analysis and design of building*, Quincy USA 2000
- /16/ Svenska brandskyddsföreningen, *BBR 11-Brandskydd i Boverkets byggregler*, Stockholm 2005
- /17/ Särdaqvist S. *Initial fires*, Lunds tekniska högskola, Lund 2004
- /18/ Statens Räddningsverk, www.srv.se, Karlstad 2006
- /19/ Society of Fire Protection Engineers, *SFPE Engineering Guide to Application of Risk Assessment in Fire Protection Design*, SFPE 2005
- /20/ Australian Government, *International Fire Engineering Guidelines Edition 2005* State and Territories of Australia 2005, ISBN 1741 614 562
- /21/ Bjarne Paulsen Husted, *Optical smoke units and smoke potential of different products*, Danish Institute of Fire and Security Technology 2004

Appendix A: Statistik

Hela appendix A bygger på statistik som räddningsverket sammanställt av de räddningsinsatser som utförs av landets räddningstjänster från och med januari 1998 till och med december 2004. Statistiken bygger på uppgifter som kommunala och statliga räddningstjänster inlämnat till Räddningsverket, tillsammans med underlag som länsstyrelserna samlat in som en del i sin tillsynsverksamhet /18/.

Indelning en i verksamhets och byggnadskategorier följer räddningsverkets indelning /18/.

Appendix A.1: Brandorsak

Sammanställning av den nationella insatsstatistiken över brandorsak i respektive byggnad/verksamhetsgrupp /18/.

	Subtotal	Uppgift saknas	Handel	Sjukhus	Kriminalvård
Orsak ej angiven	24%	40%	25%	11%	13%
Soteld	11%	3%	1%	0%	1%
Anlagd med uppsåt	11%	18%	20%	40%	61%
Tekniskt fel	11%	14%	22%	21%	4%
Glömd spis	10%	3%	6%	5%	3%
Värmeöverföring	9%	3%	7%	6%	3%
Annan	6%	7%	7%	6%	4%
Gnistor	4%	3%	1%	1%	0%
Levande ljus	3%	1%	2%	2%	1%
Rökning	3%	1%	2%	5%	8%
Självtändning	2%	3%	2%	1%	1%
Barns lek med eld	2%	0%	1%	0%	0%
Hantverkare	1%	1%	2%	1%	0%
Återantändning	1%	0%	2%	0%	1%
Blixtnedslag	1%	0%	0%	0%	0%
Fyrverkerier	1%	1%	0%	0%	0%

	Åldringsvård	Förskola	Psykiatrisk vård	Övrig vårdbyggnad	Vårdbyggnader totalt
Orsak ej angiven	12%	24%	9%	9%	12%
Soteld	0%	0%	0%	1%	0%
Anlagd med uppsåt	9%	36%	59%	17%	25%
Tekniskt fel	11%	14%	3%	12%	12%
Glömd spis	26%	7%	6%	27%	19%
Värmeöverföring	8%	4%	2%	6%	6%
Annan	9%	4%	5%	7%	7%
Gnistor	0%	0%	1%	0%	0%
Levande ljus	10%	1%	3%	8%	6%
Rökning	13%	1%	9%	11%	10%
Självtändning	1%	0%	0%	1%	1%
Barns lek med eld	0%	5%	0%	0%	1%
Hantverkare	0%	0%	0%	1%	0%
Återantändning	0%	1%	0%	0%	0%
Blixtnedslag	0%	1%	0%	0%	0%
Fyrverkerier	0%	1%	0%	0%	0%

	Teater/biograf/museum	Idrottsanläggning	Kyrka/motsvarande	Restaurang/danslokal
Orsak ej angiven	22%	29%	19%	27%
Soteld	0%	0%	4%	1%
Anlagd med uppsåt	16%	27%	25%	16%
Tekniskt fel	18%	14%	19%	16%
Glömd spis	9%	2%	5%	6%
Värmeöverföring	7%	8%	8%	8%
Annan	7%	9%	3%	9%
Gnistor	2%	1%	2%	1%
Levande ljus	5%	1%	6%	3%
Rökning	2%	1%	1%	3%
Självantändning	3%	1%	1%	6%
Barns lek med eld	3%	3%	2%	1%
Hantverkare	3%	1%	2%	1%
Återantändning	2%	1%	5%	2%
Blixtnedslag	1%	1%	0%	0%
Fyrverkerier	1%	1%	1%	0%
Explosion	0%	0%	1%	1%

	Hotell/pensionat	Elevhem/studenthem	Försvarsbyggnad	Skola
Orsak ej angiven	20%	16%	34%	17%
Soteld	3%	0%	0%	0%
Anlagd med uppsåt	9%	21%	7%	45%
Tekniskt fel	18%	10%	29%	9%
Glömd spis	7%	13%	2%	4%
Värmeöverföring	10%	8%	5%	5%
Annan	11%	13%	0%	4%
Gnistor	1%	1%	2%	1%
Levande ljus	8%	11%	2%	2%
Rökning	7%	5%	2%	1%
Självantändning	3%	1%	5%	2%
Barns lek med eld	1%	1%	2%	5%
Hantverkare	1%	0%	2%	1%
Återantändning	1%	0%	2%	1%
Blixtnedslag	0%	0%	0%	0%
Fyrverkerier	0%	1%	2%	2%
Explosion	0%	0%	0%	0%

	Fritidsgård	Förvaltningsbyggn./kontor	Kommunikationsbyggnad
Orsak ej angiven	31%	25%	28%
Soteld	1%	0%	0%
Anlagd med uppsåt	29%	13%	26%
Tekniskt fel	10%	22%	14%
Glömd spis	2%	9%	4%
Värmeöverföring	9%	7%	6%
Annan	5%	7%	6%
Gnistor	2%	1%	0%
Levande ljus	2%	6%	3%
Rökning	0%	3%	6%
Självantändning	0%	3%	2%
Barns lek med eld	4%	0%	1%
Hantverkare	2%	3%	1%
Återantändning	2%	0%	1%
Blixtnedslag	1%	0%	0%
Fyrverkerier	0%	0%	0%

	Flerbostadshus	Villa	Rad-/par-/kedjehus	Fritidshus
Orsak ej angiven	26%	17%	25%	37%
Soteld	3%	39%	3%	9%
Anlagd med uppsåt	14%	2%	4%	8%
Tekniskt fel	7%	10%	16%	7%
Glömd spis	22%	5%	19%	2%
Värmeöverföring	4%	9%	7%	15%
Annan	5%	5%	6%	6%
Gnistor	1%	5%	1%	4%
Levande ljus	6%	2%	9%	1%
Rökning	6%	1%	3%	1%
Självtändning	1%	1%	2%	1%
Barns lek med eld	2%	1%	3%	1%
Hantverkare	1%	1%	1%	0%
Återantändning	0%	1%	1%	2%
Blixtnedslag	0%	2%	0%	5%
Fyrverkerier	1%	0%	1%	0%

	Metall-/maskinindustri	Kemisk industri	Livsmedelsindustri	Textil-/bekläd. industri
Orsak ej angiven	19%	18%	19%	28%
Soteld	1%	0%	2%	0%
Anlagd med uppsåt	1%	2%	2%	2%
Tekniskt fel	21%	20%	21%	14%
Glömd spis	1%	1%	2%	1%
Värmeöverföring	21%	22%	25%	19%
Annan	7%	7%	10%	9%
Gnistor	15%	5%	5%	7%
Levande ljus	0%	0%	0%	0%
Rökning	0%	0%	1%	2%
Självtändning	6%	17%	6%	10%
Barns lek med eld	0%	0%	0%	2%
Hantverkare	6%	5%	6%	4%
Återantändning	1%	1%	2%	3%
Blixtnedslag	0%	0%	0%	0%
Fyrverkerier	0%	0%	0%	1%

	Lager	Trävaruindustri	Annan tillverkn. ind	Reparationsverkstad
Orsak ej angiven	32%	19%	17%	28%
Soteld	0%	2%	0%	1%
Anlagd med uppsåt	17%	1%	1%	4%
Tekniskt fel	13%	17%	21%	13%
Glömd spis	2%	0%	1%	2%
Värmeöverföring	9%	21%	30%	12%
Annan	5%	7%	8%	8%
Gnistor	4%	19%	9%	10%
Levande ljus	0%	0%	0%	0%
Rökning	1%	0%	0%	0%
Självtändning	4%	7%	6%	3%
Barns lek med eld	5%	0%	0%	0%
Hantverkare	4%	3%	4%	16%
Återantändning	2%	2%	1%	1%
Blixtnedslag	1%	1%	0%	0%
Fyrverkerier	0%	0%	0%	0%

	Industrihotell	I det fria	Rivningshus	Kraft-/värmeverk	Bensinstation
00 Orsak ej angiven	30%	40%	33%	19%	22%
13 Soteld	1%	1%	0%	2%	2%
02 Anlagd med uppsåt	11%	23%	38%	1%	16%
07 Tekniskt fel	15%	4%	0%	28%	31%
04 Glömd spis	5%	2%	0%	0%	1%
14 Värmeöverföring	11%	5%	1%	15%	3%
91 Annan	8%	8%	6%	7%	11%
15 Gnistor	6%	4%	2%	12%	3%
06 Levande ljus	1%	0%	1%	0%	1%
05 Rökning	2%	1%	1%	0%	3%
16 Självantändning	3%	2%	0%	6%	1%
03 Barns lek med eld	1%	5%	9%	0%	1%
10 Hantverkare	4%	1%	3%	4%	1%
01 Återantändning	3%	2%	3%	1%	1%
08 Blixtnedslag	0%	1%	1%	1%	1%
09 Fyrverkerier	0%	1%	0%	0%	0%
12 Explosion	0%	0%	0%	4%	3%

	Avfall/avlopp/rening	Lantbruk, ej bostad	Parkeringshus	Tunnel	Byggnadsplats
00 Orsak ej angiven	55%	41%	45%	33%	20%
13 Soteld	0%	2%	0%	0%	0%
02 Anlagd med uppsåt	25%	3%	16%	38%	27%
07 Tekniskt fel	2%	10%	12%	7%	14%
04 Glömd spis	0%	0%	0%	0%	3%
14 Värmeöverföring	2%	9%	7%	2%	7%
91 Annan	4%	6%	5%	10%	3%
15 Gnistor	2%	10%	4%	0%	8%
06 Levande ljus	0%	0%	0%	0%	0%
05 Rökning	1%	0%	0%	5%	1%
16 Självantändning	2%	3%	2%	2%	2%
03 Barns lek med eld	3%	4%	2%	0%	0%
10 Hantverkare	1%	1%	2%	2%	13%
01 Återantändning	1%	4%	1%	0%	0%
08 Blixtnedslag	0%	6%	1%	0%	1%
09 Fyrverkerier	1%	1%	1%	0%	1%
12 Explosion	1%	0%	0%	0%	0%

Appendix A.2: Startutrymme

Sammanställning av den nationella insatsstatistiken över startutrymme i respektive verksamhet /18/.

	Subtotal	Uppgift saknas	Handel	Sjukhus	Kriminalvård	Åldringsvård	Förskola
Totaler	75628	72	1609	692	193	1802	357
Kök	17%	11%	9%	11%	5%	45%	15%
Skorsten	12%	1%	1%	0%	1%	0%	0%
Annat	7%	13%	10%	15%	36%	4%	9%
Produktionslokal	6%	1%	1%	1%	1%	0%	0%
Vardagsrum	5%	3%	0%	1%	3%	11%	1%
Sovrum/sovsal	4%	3%	0%	23%	33%	14%	0%
Fristående förråd/uthus	4%	15%	2%	0%	0%	0%	12%
Soprum/sopnedkast	4%	3%	2%	1%	0%	2%	1%
Pannrum	4%	1%	1%	1%	2%	1%	2%
Utomhus	3%	3%	8%	1%	0%	0%	21%
Okänd	3%	1%	1%	0%	1%	1%	3%
Trapphus/korridor	3%	1%	3%	7%	2%	2%	2%
Källare (ej boyta)	2%	3%	1%	2%	2%	1%	0%
Badrum/toalett/bastu	2%	0%	2%	11%	7%	3%	0%
Tvättstuga	2%	3%	0%	3%	0%	3%	2%
Förråd	2%	6%	3%	2%	1%	1%	4%
Balkong/loftgång	2%	0%	0%	0%	0%	1%	1%
Fristående garage	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Elcentral	1%	1%	4%	3%	0%	1%	2%
Vind	1%	0%	1%	0%	0%	0%	2%
Hall	1%	0%	1%	1%	0%	1%	2%
Samlingslokal	1%	1%	1%	3%	3%	2%	6%
Inbyggt garage	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
Verkstad/hobbyrum	1%	3%	1%	0%	1%	0%	1%
Försäljningslokal	1%	3%	27%	0%	0%	0%	0%
Höupplag/loge/lada	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lager	1%	1%	5%	0%	0%	0%	0%
Luftbehandlingsutrymme	1%	0%	2%	1%	0%	0%	3%
Personalutrymme	1%	6%	3%	7%	1%	2%	1%
Kontor	1%	3%	2%	1%	1%	0%	1%
Silo	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ej angivet	0%	6%	0%	1%	0%	0%	0%
Djurstall	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Radgarage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Upplag	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lastbrygga	0%	1%	3%	0%	0%	0%	1%
Cistern	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Datacentral	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

	Psykiatrisk vård	Övrig vårdbyggnad	Teater/biograf/museum	Idrottsanläggning
Totaler	412	1017	316	475
Kök	16%	37%	13%	4%
Skorsten	0%	1%	0%	0%
Annat	6%	5%	11%	18%
Produktionslokal	0%	0%	2%	0%
Vardagsrum	6%	9%	0%	0%
Sovrum/sovsal	43%	15%	1%	0%
Fristående förråd/uthus	0%	0%	4%	10%
Soprum/sopnedkast	1%	2%	1%	0%
Pannrum	1%	1%	2%	2%
Utomhus	0%	1%	4%	8%
Okänd	1%	0%	2%	2%
Trapphus/korridor	3%	3%	5%	1%
Källare (ej boyta)	0%	1%	2%	1%
Badrum/toalett/bastu	9%	2%	4%	14%
Tvättstuga	2%	4%	1%	1%
Förråd	0%	2%	3%	8%
Balkong/loftgång	0%	0%	1%	0%
Fristående garage	0%	0%	0%	0%
Elcentral	0%	2%	5%	3%
Vind	1%	0%	2%	1%
Hall	3%	2%	1%	1%
Samlingslokal	3%	3%	22%	10%
Inbyggt garage	0%	0%	1%	0%
Verkstad/hobbyrum	0%	1%	1%	0%
Försäljningslokal	0%	0%	1%	1%
Höupplag/loge/lada	0%	0%	1%	0%
Lager	0%	0%	0%	0%
Luftbehandlingsutrymme	0%	1%	1%	1%
Personalutrymme	2%	2%	2%	4%
Kontor	0%	1%	2%	2%
Silo	0%	0%	0%	0%
Ej angivet	0%	0%	1%	0%
Djurstall	0%	0%	0%	0%
Radgarage	0%	0%	0%	0%
Upplag	0%	0%	0%	0%
Lastbrygga	0%	0%	0%	0%
Cistern	0%	0%	0%	0%
Datacentral	0%	0%	0%	0%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	1%	0%

	Kyrka/motsvarande	Restaurang/danslokal	Hotell/pensionat	Elevhem/studenthem
Totaler	191	928	609	152
Kök	7%	34%	16%	29%
Skorsten	3%	2%	3%	1%
Annat	12%	11%	11%	3%
Produktionslokal	0%	1%	0%	0%
Vardagsrum	1%	0%	2%	3%
Sovrum/sovsal	1%	0%	13%	18%
Fristående förråd/uthus	3%	1%	1%	1%
Soprum/sopnedkast	2%	2%	2%	3%
Pannrum	4%	1%	3%	1%
Utomhus	5%	6%	1%	3%
Okänd	4%	4%	2%	1%
Trapphus/korridor	2%	1%	5%	8%
Källare (ej boyta)	2%	2%	2%	4%
Badrum/toalett/bastu	3%	3%	7%	5%
Tvättstuga	1%	0%	4%	4%
Förråd	4%	2%	3%	1%
Balkong/loftgång	0%	0%	1%	2%
Fristående garage	0%	0%	0%	0%
Elcentral	9%	2%	2%	1%
Vind	3%	1%	1%	1%
Hall	1%	0%	4%	3%
Samlingslokal	23%	10%	10%	3%
Inbyggt garage	1%	0%	1%	0%
Verkstad/hobbyrum	1%	0%	0%	1%
Försäljningslokal	0%	8%	0%	0%
Höupplag/loge/lada	0%	0%	0%	0%
Lager	0%	1%	0%	0%
Luftbehandlingsutrymme	2%	1%	1%	0%
Personalutrymme	2%	2%	1%	1%
Kontor	2%	1%	1%	0%
Silo	0%	0%	0%	0%
Ej angivet	1%	0%	0%	1%
Djurstall	0%	0%	0%	0%
Radgarage	0%	0%	0%	0%
Upplag	0%	0%	0%	0%
Lastbrygga	0%	1%	0%	0%
Cistern	0%	0%	0%	0%
Datacentral	1%	0%	0%	0%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	0%	0%

	Försvarsbyggnad	Skola	Fritidsgård	Förvaltningsbyggn./kontor	Kommunikationsbyggnad
Totaler	41	2344	247	888	207
Kök	12%	6%	9%	13%	6%
Skorsten	0%	0%	3%	0%	0%
Annat	15%	15%	11%	13%	35%
Produktionslokal	2%	1%	0%	2%	1%
Vardagsrum	0%	0%	1%	0%	0%
Sovrum/sovsal	2%	0%	1%	1%	0%
Fristående förråd/uthus	7%	4%	7%	1%	4%
Soprum/sopnedkast	2%	1%	2%	2%	0%
Pannrum	0%	2%	1%	2%	0%
Utomhus	2%	8%	13%	5%	4%
Okänd	5%	1%	6%	1%	1%
Trapphus/korridor	7%	14%	4%	6%	3%
Källare (ej boyta)	0%	3%	3%	3%	2%
Badrum/toalett/bastu	0%	12%	8%	3%	5%
Tvättstuga	0%	1%	1%	1%	1%
Förråd	5%	2%	4%	2%	0%
Balkong/loftgång	0%	0%	1%	0%	1%
Fristående garage	2%	0%	0%	0%	0%
Elcentral	0%	2%	2%	6%	4%
Vind	0%	1%	1%	1%	1%
Hall	0%	3%	0%	1%	0%
Samlingslokal	7%	10%	14%	3%	6%
Inbyggt garage	0%	0%	0%	1%	2%
Verkstad/hobbyrum	2%	3%	1%	1%	0%
Försäljningslokal	0%	0%	0%	1%	2%
Höupplag/loge/lada	0%	0%	0%	0%	0%
Lager	2%	0%	0%	1%	0%
Luftbehandlingsutrymme	2%	1%	0%	2%	2%
Personalutrymme	2%	4%	1%	4%	3%
Kontor	2%	2%	0%	17%	2%
Silo	0%	0%	0%	0%	0%
Ej angivet	5%	1%	0%	1%	1%
Djurstall	0%	0%	0%	0%	0%
Radgarage	0%	0%	0%	0%	0%
Upplag	2%	0%	0%	0%	0%
Lastbrygga	0%	0%	0%	0%	1%
Cistern	0%	0%	0%	0%	0%
Datacentral	7%	0%	0%	3%	2%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	0%	0%	0%

	Flerbostadshus	Villa	Rad-/par-/kedjehus	Fritidshus	Metall-/maskinindustri
Totaler	20530	18922	1404	2292	2400
Kök	34%	13%	38%	9%	1%
Skorsten	3%	40%	3%	15%	1%
Annat	3%	4%	4%	9%	9%
Produktionslokal	0%	0%	0%	0%	58%
Vardagsrum	10%	6%	10%	9%	0%
Sovrum/sovsal	6%	4%	8%	2%	0%
Fristående förråd/uthus	0%	1%	1%	12%	0%
Soprum/sopnedkast	10%	0%	2%	0%	0%
Pannrum	1%	8%	2%	0%	2%
Utomhus	1%	3%	4%	6%	2%
Okänd	1%	4%	2%	20%	1%
Trapphus/korridor	7%	0%	1%	0%	0%
Källare (ej boyta)	5%	2%	1%	1%	2%
Badrum/toalett/bastu	2%	2%	4%	4%	0%
Tvättstuga	3%	3%	7%	0%	0%
Förråd	2%	1%	2%	2%	1%
Balkong/loftgång	5%	1%	2%	1%	0%
Fristående garage	0%	1%	1%	0%	0%
Elcentral	0%	0%	0%	1%	6%
Vind	1%	3%	1%	3%	0%
Hall	2%	1%	1%	1%	0%
Samlingslokal	0%	0%	0%	0%	0%
Inbyggt garage	0%	1%	1%	0%	0%
Verkstad/hobbyrum	0%	0%	0%	0%	5%
Försäljningslokal	0%	0%	0%	0%	0%
Höupplag/loge/lada	0%	0%	0%	0%	0%
Lager	0%	0%	0%	0%	2%
Luftbehandlingsutrymme	0%	0%	0%	0%	4%
Personalutrymme	0%	0%	0%	0%	1%
Kontor	0%	0%	0%	0%	1%
Silo	0%	0%	0%	0%	1%
Ej angivet	0%	0%	1%	0%	0%
Djurstall	0%	0%	0%	0%	0%
Radgarage	0%	0%	1%	0%	0%
Upplag	0%	0%	0%	0%	0%
Lastbrygga	0%	0%	0%	0%	0%
Cistern	0%	0%	0%	0%	0%
Datacentral	0%	0%	0%	0%	0%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	0%	0%	0%

	Kemisk industri	Livsmedelsindustri	Textil-/bekläd. industri	Lager	Trävaruindustri
Totaler	697	587	112	535	1775
Kök	1%	3%	4%	2%	0%
Skorsten	1%	2%	0%	0%	3%
Annat	11%	11%	10%	7%	16%
Produktionslokal	53%	46%	49%	5%	37%
Vardagsrum	0%	0%	0%	0%	0%
Sovrum/sovsal	0%	0%	0%	0%	0%
Fristående förråd/uthus	0%	0%	1%	12%	1%
Soprum/sopnedkast	0%	0%	0%	0%	0%
Pannrum	3%	3%	2%	1%	11%
Utomhus	3%	2%	4%	6%	3%
Okänd	1%	1%	2%	3%	2%
Trapphus/korridor	0%	0%	1%	1%	0%
Källare (ej boyta)	1%	1%	0%	1%	0%
Badrum/toalett/bastu	0%	1%	1%	1%	0%
Tvättstuga	2%	2%	4%	1%	0%
Förråd	2%	0%	4%	9%	2%
Balkong/loftgång	0%	0%	0%	0%	0%
Fristående garage	0%	0%	0%	1%	0%
Elcentral	5%	4%	3%	2%	3%
Vind	1%	2%	1%	1%	1%
Hall	0%	1%	1%	0%	0%
Samlingslokal	0%	0%	0%	0%	0%
Inbyggt garage	0%	0%	1%	1%	0%
Verkstad/hobbyrum	1%	0%	2%	2%	2%
Försäljningslokal	0%	1%	3%	0%	0%
Höupplag/loge/lada	0%	0%	0%	3%	0%
Lager	3%	3%	2%	27%	1%
Luftbehandlingsutrymme	4%	3%	2%	1%	3%
Personalutrymme	1%	1%	1%	0%	0%
Kontor	1%	1%	0%	2%	0%
Silo	1%	5%	0%	2%	10%
Ej angivet	0%	0%	1%	0%	0%
Djurstall	0%	0%	0%	0%	0%
Radgarage	0%	0%	0%	0%	0%
Upplag	1%	0%	0%	1%	2%
Lastbrygga	0%	0%	0%	2%	0%
Cistern	2%	1%	0%	0%	1%
Datacentral	1%	1%	1%	0%	0%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	0%	0%	0%

	Annan tillverkn. ind	Reparationsverkstad	Industrihotell	I det fria	Kraft-/värmeverk
Totaler	1989	499	356	857	740
Kök	1%	2%	7%	3%	0%
Skorsten	1%	1%	1%	1%	2%
Annat	12%	7%	13%	20%	15%
Produktionslokal	52%	6%	22%	1%	13%
Vardagsrum	0%	0%	1%	0%	0%
Sovrum/sovsal	0%	0%	0%	0%	0%
Fristående förråd/uthus	1%	3%	2%	22%	1%
Soprum/sopnedkast	0%	0%	0%	4%	0%
Pannrum	2%	5%	4%	1%	31%
Utomhus	2%	4%	5%	19%	1%
Okänd	1%	3%	1%	4%	1%
Trapphus/korridor	0%	0%	1%	0%	0%
Källare (ej boyta)	1%	1%	1%	1%	0%
Badrum/toalett/bastu	0%	1%	1%	2%	0%
Tvättstuga	0%	0%	1%	0%	0%
Förråd	1%	2%	2%	2%	1%
Balkong/loftgång	0%	0%	0%	1%	0%
Fristående garage	0%	10%	0%	3%	0%
Elcentral	7%	1%	0%	1%	17%
Vind	0%	1%	1%	0%	0%
Hall	0%	0%	0%	0%	0%
Samlingslokal	0%	0%	1%	1%	0%
Inbyggt garage	0%	5%	2%	0%	0%
Verkstad/hobbyrum	2%	34%	7%	0%	0%
Försäljningslokal	0%	1%	3%	1%	0%
Höupplag/loge/lada	0%	0%	0%	1%	0%
Lager	3%	1%	4%	1%	2%
Luftbehandlingsutrymme	4%	1%	2%	0%	1%
Personalutrymme	1%	1%	4%	0%	0%
Kontor	1%	1%	4%	0%	0%
Silo	2%	0%	1%	0%	5%
Ej angivet	0%	1%	0%	2%	0%
Djurstall	0%	0%	0%	0%	0%
Radgarage	0%	1%	0%	0%	0%
Upplag	1%	0%	0%	1%	3%
Lastbrygga	0%	0%	1%	0%	0%
Cistern	1%	0%	0%	0%	2%
Datacentral	1%	0%	0%	0%	0%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	0%	0%	0%

	Bensinstation	Avfall/avlopp/rening	Lantbruk, ej bostad	Parkeringshus	Tunnel
Totaler	118	585	1998	1072	42
07 Kök	4%	0%	0%	0%	0%
08 Skorsten	2%	0%	3%	0%	0%
91 Annat	20%	9%	7%	7%	69%
23 Produktionslokal	2%	2%	1%	0%	0%
15 Vardagsrum	0%	0%	0%	0%	0%
16 Sovrum/sovsal	0%	0%	0%	0%	0%
02 Fristående förråd/uthus	4%	21%	13%	3%	0%
11 Soprum/sopnedkast	1%	51%	0%	3%	0%
09 Pannrum	3%	1%	6%	1%	0%
01 Utomhus	14%	1%	4%	2%	10%
36 Okänd	1%	1%	7%	1%	5%
12 Trapphus/korridor	0%	0%	0%	1%	5%
20 Källare (ej boyta)	1%	0%	0%	1%	0%
14 Badrum/toalett/bastu	2%	0%	0%	0%	0%
13 Tvättstuga	0%	0%	0%	0%	0%
03 Förråd	0%	2%	2%	2%	2%
21 Balkong/loftgång	0%	0%	0%	0%	0%
04 Fristående garage	2%	1%	2%	38%	0%
22 Elcentral	4%	0%	1%	0%	2%
19 Vind	1%	0%	0%	0%	0%
17 Hall	0%	0%	0%	0%	0%
25 Samlingslokal	0%	0%	0%	0%	2%
05 Inbyggt garage	6%	0%	2%	25%	0%
18 Verkstad/hobbyrum	6%	0%	2%	0%	0%
24 Försäljningslokal	15%	0%	0%	0%	0%
33 Höupplag/loge/lada	0%	0%	26%	0%	0%
30 Lager	3%	0%	1%	0%	0%
10 Luftbehandlingsutrymme	0%	0%	0%	0%	0%
26 Personalutrymme	3%	0%	0%	0%	0%
27 Kontor	3%	0%	0%	0%	0%
35 Silo	0%	0%	3%	0%	0%
00 Ej angivet	0%	0%	1%	0%	2%
32 Djurstall	0%	0%	11%	0%	0%
06 Radgarage	0%	0%	0%	11%	0%
31 Upplag	0%	3%	1%	0%	0%
29 Lastbrygga	0%	0%	0%	0%	0%
34 Cistern	1%	0%	0%	0%	0%
28 Datacentral	0%	0%	0%	0%	0%
03 Förråd, 20 Källare (ej boyta)	0%	0%	0%	0%	0%

	Byggnadsplats	Rivningshus	Annat
Totaler	104	406	5056
Kök	2%	1%	2%
Skorsten	0%	1%	1%
Annat	30%	16%	15%
Produktionslokal	0%	2%	2%
Vardagsrum	1%	3%	0%
Sovrum/sovsal	0%	2%	1%
Fristående förråd/uthus	21%	23%	25%
Soprum/sopnedkast	0%	0%	4%
Pannrum	0%	1%	2%
Utomhus	11%	5%	4%
Okänd	1%	13%	4%
Trapphus/korridor	1%	1%	0%
Källare (ej boyta)	1%	2%	1%
Badrum/toalett/bastu	2%	0%	3%
Tvättstuga	0%	0%	1%
Förråd	6%	4%	6%
Balkong/loftgång	0%	0%	0%
Fristående garage	2%	1%	9%
Elcentral	2%	0%	1%
Vind	1%	5%	0%
Hall	0%	2%	0%
Samlingslokal	0%	0%	1%
Inbyggt garage	2%	0%	2%
Verkstad/hobbyrum	0%	1%	1%
Försäljningslokal	1%	0%	1%
Höupplag/loge/lada	0%	4%	1%
Lager	0%	2%	1%
Luftbehandlingsutrymme	0%	0%	0%
Personalutrymme	8%	0%	1%
Kontor	1%	1%	1%
Silo	1%	1%	0%
Ej angivet	0%	0%	1%
Djurstall	0%	0%	1%
Radgarage	0%	0%	1%
Upplag	0%	1%	0%
Lastbrygga	0%	0%	0%
Cistern	0%	0%	0%
Datacentral	0%	0%	0%
Förråd, Källare (ej boyta)	0%	0%	0%

Appendix A.3: Startföremål

Sammanställning av den nationella insatsstatistiken över startföremål i respektive objektsgrupp /18/.

	Subtotal	Uppgift saknas	Handel	Sjukhus	Kriminalvård	Åldringsvård	Förskola
Totaler	75628	72	1609	692	193	1802	357
Annat	18%	25%	22%	33%	25%	24%	17%
Lös inredning	11%	18%	11%	28%	55%	20%	9%
Okänd	11%	10%	9%	1%	3%	3%	12%
Rökkanal	11%	1%	1%	0%	1%	0%	0%
Spis	10%	6%	7%	5%	4%	30%	8%
Eldstad	5%	1%	1%	0%	1%	0%	1%
Byggnadens utsida	5%	6%	9%	1%	1%	1%	25%
Andra elinstallationer	4%	6%	9%	8%	2%	2%	4%
Uppvärmningsanordning	3%	0%	2%	1%	1%	1%	3%
Maskin	3%	1%	1%	2%	1%	0%	0%
Skräp i container	3%	4%	4%	2%	1%	1%	3%
Fläkt/ ventilationsanläggning	2%	0%	3%	2%	0%	1%	3%
Personbil	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
Tvättmaskin	1%	3%	0%	1%	0%	1%	1%
TV	1%	0%	0%	0%	1%	3%	0%
Lysrör	1%	1%	7%	5%	1%	1%	3%
Torktumlare	1%	0%	0%	1%	0%	1%	1%
Brandfarlig vätska	1%	0%	2%	0%	1%	0%	1%
Kyl/frys	1%	0%	2%	2%	0%	1%	1%
Bastuaggregat	1%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
Ej angivet	1%	10%	0%	1%	1%	0%	1%
Glödlampa	1%	3%	1%	0%	1%	1%	0%
Transformator	1%	0%	1%	1%	1%	0%	0%
Diskmaskin	0%	0%	0%	2%	0%	1%	2%

	Psykiatrisk vård	Övrig vårdbyggnad	Teater/biograf/museum	Idrottsanläggning
Totaler	412	1017	316	475
Annat	31%	22%	24%	18%
Lös inredning	45%	24%	13%	8%
Okänd	2%	2%	9%	14%
Rökkanal	0%	1%	0%	0%
Spis	7%	26%	8%	3%
Eldstad	1%	1%	1%	0%
Byggnadens utsida	0%	2%	8%	15%
Andra elinstallationer	0%	3%	11%	8%
Uppvärmningsanordning	0%	1%	2%	5%
Maskin	0%	1%	1%	1%
Skräp i container	3%	1%	3%	1%
Fläkt/ ventilationsanläggning	1%	1%	3%	1%
Personbil	0%	0%	0%	0%
Tvättmaskin	0%	1%	1%	0%
TV	0%	1%	0%	0%
Lysrör	0%	2%	2%	4%
Torktumlare	0%	1%	1%	2%
Brandfarlig vätska	1%	0%	1%	1%
Kyl/frys	0%	1%	2%	0%
Bastuaggregat	0%	0%	1%	12%
Ej angivet	0%	1%	1%	2%
Glödlampa	0%	1%	1%	1%
Transformator	0%	1%	1%	0%
Diskmaskin	0%	1%	0%	0%

	Kyrka/motsvarande	Restaurang/danslokal	Hotell/pensionat	Elevhem/studenthem
Totaler	191	928	609	152
Annat	20%	23%	28%	28%
Lös inredning	16%	10%	16%	24%
Okänd	9%	13%	6%	5%
Rökkanal	4%	2%	3%	0%
Spis	6%	11%	7%	14%
Eldstad	1%	1%	4%	1%
Byggnadens utsida	11%	7%	2%	1%
Andra elinstallationer	12%	5%	9%	3%
Uppvärmningsanordning	4%	3%	3%	1%
Maskin	1%	1%	1%	0%
Skräp i container	1%	3%	2%	1%
Fläkt/ ventilationsanläggning	3%	3%	1%	0%
Personbil	1%	0%	0%	0%
Tvättmaskin	0%	0%	1%	1%
TV	0%	1%	1%	1%
Lysrör	2%	2%	2%	3%
Torktumlare	1%	0%	3%	1%
Brandfarlig vätska	2%	4%	1%	1%
Kyl/frys	1%	4%	0%	1%
Bastuaggregat	1%	0%	3%	2%
Ej angivet	1%	1%	1%	1%
Glödlampa	1%	0%	1%	3%
Transformator	3%	1%	1%	0%
Diskmaskin	1%	1%	0%	2%

	Försvarsbyggnad	Skola	Fritidsgård	Förvaltningsbyggn./kontor	Kommunikationsbyggnad
Totaler	41	2344	247	888	207
Annat	22%	33%	16%	28%	35%
Lös inredning	12%	20%	13%	12%	12%
Okänd	22%	7%	19%	5%	6%
Rökkanal	0%	0%	4%	0%	0%
Spis	7%	4%	4%	10%	5%
Eldstad	0%	1%	5%	1%	0%
Byggnadens utsida	2%	9%	15%	4%	5%
Andra elinstallationer	2%	5%	4%	11%	9%
Uppvärmningsanordning	0%	2%	2%	2%	2%
Maskin	2%	1%	0%	2%	1%
Skräp i container	2%	3%	2%	2%	4%
Fläkt/ ventilationsanläggning	5%	2%	2%	3%	4%
Personbil	0%	0%	0%	0%	2%
Tvättmaskin	0%	0%	0%	0%	1%
TV	0%	0%	0%	0%	0%
Lysrör	5%	3%	2%	6%	1%
Torktumlare	0%	0%	0%	1%	0%
Brandfarlig vätska	0%	2%	0%	0%	1%
Kyl/frys	5%	1%	0%	1%	0%
Bastuaggregat	0%	1%	3%	1%	1%
Ej angivet	5%	1%	1%	1%	1%
Glödlampa	0%	0%	0%	0%	0%
Transformator	0%	0%	0%	2%	0%
Diskmaskin	0%	0%	0%	0%	0%

	Flerbostadshus	Villa	Rad-/par-/kedjehus	Fritidshus
Totaler	20530	18922	1404	2292
Annat	23%	8%	15%	9%
Lös inredning	19%	5%	14%	6%
Okänd	8%	11%	8%	33%
Rökkanal	3%	35%	2%	13%
Spis	23%	6%	20%	3%
Eldstad	2%	11%	1%	9%
Byggnadens utsida	2%	3%	5%	9%
Andra elinstallationer	1%	3%	3%	5%
Uppvärmningsanordning	1%	4%	3%	3%
Maskin	0%	0%	0%	0%
Skräp i container	5%	0%	1%	0%
Fläkt/ ventilationsanläggning	1%	1%	2%	0%
Personbil	0%	1%	1%	0%
Tvättmaskin	2%	2%	4%	0%
TV	3%	1%	3%	1%
Lysrör	1%	0%	0%	0%
Torktumlare	2%	1%	2%	0%
Brandfarlig vätska	1%	1%	1%	1%
Kyl/frys	1%	1%	2%	1%
Bastuaggregat	0%	1%	1%	2%
Ej angivet	1%	0%	1%	1%
Glödlampa	1%	1%	1%	0%
Transformator	0%	0%	0%	0%
Diskmaskin	0%	1%	2%	0%

	Metall-/maskinindustri	Kemisk industri	Livsmedelsindustri	Textil-/bekläd. industri	Lager
Totaler	2400	697	587	112	535
Annat	23%	20%	26%	14%	24%
Lös inredning	3%	3%	2%	6%	13%
Okänd	4%	5%	5%	6%	21%
Rökkanal	2%	1%	5%	1%	0%
Spis	1%	1%	3%	3%	2%
Eldstad	1%	1%	2%	0%	1%
Byggnadens utsida	3%	2%	4%	4%	11%
Andra elinstallationer	9%	9%	6%	4%	5%
Uppvärmningsanordning	5%	8%	11%	4%	3%
Maskin	25%	22%	14%	28%	4%
Skräp i container	2%	2%	1%	0%	2%
Fläkt/ ventilationsanläggning	12%	10%	9%	6%	2%
Personbil	1%	0%	0%	0%	2%
Tvättmaskin	0%	1%	1%	1%	1%
TV	0%	0%	0%	0%	0%
Lysrör	1%	1%	1%	3%	2%
Torktumlare	0%	2%	1%	9%	0%
Brandfarlig vätska	2%	4%	1%	3%	0%
Kyl/frys	0%	0%	1%	0%	0%
Bastuaggregat	0%	0%	1%	1%	0%
Ej angivet	0%	0%	0%	0%	1%
Glödlampa	0%	0%	0%	0%	0%
Transformator	3%	1%	1%	1%	0%
Diskmaskin	0%	0%	1%	0%	0%

	Trävaruindustri	Annan tillverkn. ind	Reparationsverkstad	Industrihotell	I det fria
Totaler	1775	1989	499	356	857
Annat	24%	23%	11%	16%	23%
Lös inredning	2%	4%	7%	11%	7%
Okänd	11%	5%	11%	10%	23%
Rökkanal	4%	1%	2%	1%	1%
Spis	0%	1%	1%	5%	2%
Eldstad	5%	1%	2%	1%	3%
Byggnadens utsida	4%	3%	9%	6%	17%
Andra elinstallationer	5%	9%	4%	4%	2%
Uppvärmningsanordning	7%	6%	4%	5%	2%
Maskin	23%	28%	2%	8%	1%
Skräp i container	1%	2%	2%	4%	5%
Fläkt/ ventilationsanläggning	10%	8%	2%	6%	1%
Personbil	0%	0%	25%	4%	3%
Tvättmaskin	0%	0%	0%	1%	0%
TV	0%	0%	0%	0%	0%
Lysrör	0%	1%	0%	4%	0%
Torktumlare	0%	0%	0%	0%	0%
Brandfarlig vätska	0%	1%	4%	2%	2%
Kyl/frys	0%	0%	0%	0%	0%
Bastuaggregat	0%	0%	1%	0%	1%
Ej angivet	0%	0%	1%	2%	2%
Glödlampa	0%	0%	0%	0%	0%
Transformator	1%	3%	0%	0%	1%
Diskmaskin	0%	0%	0%	0%	0%

	Kraft-/värmeverk	Bensinstation	Avfall/avlopp/rening	Lantbruk, ej bostad	Parkeringshus
Totaler	740	118	585	1998	1072
Annat	25%	19%	24%	15%	14%
Lös inredning	1%	9%	9%	6%	7%
Okänd	4%	8%	8%	36%	14%
Rökkanal	4%	2%	0%	3%	2%
Spis	0%	2%	0%	0%	0%
Eldstad	12%	1%	0%	4%	1%
Byggnadens utsida	3%	8%	4%	12%	6%
Andra elinstallationer	10%	15%	1%	6%	4%
Uppvärmningsanordning	14%	3%	1%	6%	3%
Maskin	6%	2%	2%	2%	1%
Skräp i container	1%	2%	48%	0%	6%
Fläkt/ ventilationsanläggning	4%	3%	0%	1%	1%
Personbil	0%	7%	0%	2%	33%
Tvättmaskin	0%	1%	0%	0%	0%
TV	0%	0%	0%	0%	0%
Lysrör	1%	7%	0%	0%	2%
Torktumlare	0%	0%	0%	0%	0%
Brandfarlig vätska	1%	5%	0%	0%	2%
Kyl/frys	0%	3%	0%	0%	0%
Bastuaggregat	0%	0%	0%	0%	0%
Ej angivet	1%	0%	1%	1%	0%
Glödlampa	0%	0%	0%	1%	1%
Transformator	10%	2%	0%	0%	0%
Diskmaskin	0%	0%	0%	0%	0%

	Tunnel	Byggnadsplats	Rivningshus	Annat
Totaler	42	104	406	5056
Annat	55%	24%	19%	18%
Lös inredning	2%	11%	25%	10%
Okänd	12%	12%	30%	25%
Rökkanal	0%	0%	0%	3%
Spis	0%	3%	0%	1%
Eldstad	0%	0%	2%	4%
Byggnadens utsida	0%	15%	12%	10%
Andra elinstallationer	14%	5%	0%	3%
Uppvärmningsanordning	0%	6%	1%	3%
Maskin	2%	1%	0%	1%
Skräp i container	5%	0%	2%	5%
Fläkt/ ventilationsanläggning	0%	0%	0%	1%
Personbil	2%	1%	1%	4%
Tvättmaskin	0%	0%	0%	1%
TV	0%	0%	0%	0%
Lysrör	0%	1%	0%	1%
Torktumlare	0%	0%	0%	1%
Brandfarlig vätska	2%	2%	1%	1%
Kyl/frys	0%	4%	0%	1%
Bastuaggregat	0%	0%	0%	2%
Ej angivet	0%	2%	1%	1%
Glödlampa	0%	2%	0%	0%
Transformator	0%	1%	0%	1%
Diskmaskin	0%	0%	0%	0%

Appendix A.4: Brandens omfattning vid räddningstjänstens framkomst

Här följer en konsekvensbeskrivning av brand med olika startutrymmen i respektive objektsgrupp från och med januari 1998 till och med december 2004 /18/.

Det har endast gjorts konsekvensbeskrivning för allmänna byggnader och innefattar inte räddningsinsatser där fler än ett startutrymme har angetts.

Andel för de olika startutrymmena utgörs av antalet insatser till objektsgruppen då detta utrymme angetts som startutrymme dividerat med det totala antalet insatser till objektsgruppen. I tabellerna nedan presenteras endast de startutrymmen som förekommer i sådan omfattning att det utgör en betydande andel.

Konsekvensen uttrycks i andel av bränderna med samma startutrymme som vid räddningstjänstens framkomst haft en omfattning om brand i ett eller flera rum, det vill säga brand i ett rum, brand i flera rum och brand i flera brandceller.

Handel

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Fristående förråd/uthus	0,35	2%
Lager	0,26	5%
Försäljningslokal	0,23	27%
Förråd	0,21	3%
Kök	0,20	9%
Trapphus/korridor	0,17	3%
Lastbrygga	0,14	3%
Kontor	0,14	2%
Personalutrymme	0,13	3%
Utomhus	0,11	8%
Annat	0,09	10%
Badrum/toalett/bastu	0,08	2%
Luftbehandlingsutrymme	0,07	2%
Elcentral	0,02	4%

Sjukhus

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Källare (ej boyta)	0,08	2%
Förråd	0,06	2%
Samlingslokal	0,05	3%
Tvättstuga	0,05	3%
Sovrum/sovsal	0,05	23%
Personalutrymme	0,04	7%
Badrum/toalett/bastu	0,04	11%
Trapphus/korridor	0,02	7%
Annat	0,02	15%
Kök	0,00	11%
Elcentral	0,00	3%

Kriminalvård

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Pannrum	0,25	2%
Samlingslokal	0,20	3%
Sovrum/sovsal	0,11	33%
Badrum/toalett/bastu	0,08	7%
Annat	0,07	36%
Kök	0,00	5%
Vardagsrum	0,00	3%

Åldringsvård

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Soprum/sopnedkast	0,28	2%
Sovrum/sovsal	0,11	14%
Vardagsrum	0,10	11%
Hall	0,10	1%
Tvättstuga	0,07	3%
Annat	0,07	4%
Badrum/toalett/bastu	0,04	3%
Trapphus/korridor	0,03	2%
Kök	0,03	45%

Psykiatrisk vård

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Hall	0,27	3%
Annat	0,08	6%
Sovrum/sovsal	0,07	43%
Vardagsrum	0,04	6%
Badrum/toalett/bastu	0,03	9%
Kök	0,02	16%
Trapphus/korridor	0,00	3%
Samlingslokal	0,00	3%
Tvättstuga	0,00	2%
Personalutrymme	0,00	2%

Övriga vårdbyggnader

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Förråd	0,25	2%
Soprum/sopnedkast	0,09	2%
Tvättstuga	0,08	4%
Sovrum/sovsal	0,07	15%
Hall	0,05	2%
Vardagsrum	0,04	9%
Personalutrymme	0,04	2%
Trapphus/korridor	0,04	3%
Samlingslokal	0,03	3%
Annat	0,02	5%
Kök	0,02	37%

Teater/biograf/museum

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Okänd	0,60	2%
Pannrum	0,40	2%
Vind	0,29	2%
Badrum/toalett/bastu	0,17	4%
Produktionslokal	0,17	2%
Utomhus	0,15	4%
Samlingslokal	0,14	22%
Annat	0,11	11%
Kök	0,10	13%
Förråd	0,10	3%
Fristående förråd/uthus	0,08	4%
Trapphus/korridor	0,07	5%

Idrottsanläggning

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Okänd	0,88	2%
Kontor	0,75	2%
Förråd	0,45	8%
Fristående förråd/uthus	0,33	10%
Annat	0,28	18%
Utomhus	0,25	8%
Personalutrymme	0,25	4%
Kök	0,24	4%
Samlingslokal	0,17	10%
Badrum/toalett/bastu	0,16	14%
Pannrum	0,10	2%
Elcentral	0,00	3%

Kyrka/motsvarande

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Fristående förråd/uthus	0,67	3%
Okänd	0,50	4%
Trapphus/korridor	0,50	2%
Utomhus	0,30	5%
Samlingslokal	0,25	23%
Källare (ej boyta)	0,25	2%
Elcentral	0,17	9%
Vind	0,17	3%
Kök	0,15	7%
Förråd	0,14	4%
Pannrum	0,13	4%
Annat	0,09	12%

Restaurang/danslokal

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Okänd	0,59	4%
Förråd	0,47	2%
Annat	0,37	11%
Samlingslokal	0,37	10%
Försäljningslokal	0,36	8%
Källare (ej boyta)	0,20	2%
Kök	0,20	34%
Personalutrymme	0,13	2%
Utomhus	0,10	6%
Badrum/toalett/bastu	0,07	3%
Skorsten	0,06	2%
Soprum/sopnedkast	0,06	2%
Elcentral	0,00	2%

Hotell/Pensionat

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Okänd	0,40	2%
Vardagsrum	0,25	2%
Sovrum/sovsal	0,18	13%
Förråd	0,13	3%
Badrum/toalett/bastu	0,10	7%
Elcentral	0,08	2%
Kök	0,07	16%
Pannrum	0,06	3%
Samlingslokal	0,05	10%
Hall	0,05	4%
Tvättstuga	0,04	4%
Trapphus/korridor	0,03	5%
Annat	0,03	11%
Skorsten	0,00	3%
Soprum/sopnedkast	0,00	2%
Källare (ej boyta)	0,00	2%

Elevhem/Studenthem

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Soprum/sopnedkast	0,60	3%
Källare (ej boyta)	0,50	4%
Vardagsrum	0,40	3%
Samlingslokal	0,40	3%
Badrum/toalett/bastu	0,29	5%
Sovrum/sovsal	0,11	18%
Kök	0,07	29%
Trapphus/korridor	0,00	8%
Tvättstuga	0,00	4%

Försvarsbyggnad

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Fristående förråd/uthus	1,00	7%
Ej angivet	1,00	5%
Kontor	1,00	2%
Lager	1,00	2%
Upplag	1,00	2%
Annat	0,50	15%
Okänd	0,50	5%
Trapphus/korridor	0,33	7%
Samlingslokal	0,33	7%
Kök	0,20	12%

Skola

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Kontor	0,38	2%
Förråd	0,26	2%
Fristående förråd/uthus	0,23	4%
Personalutrymme	0,23	4%
Annat	0,17	15%
Samlingslokal	0,16	10%
Verkstad/hobbyrum	0,15	3%
Källare (ej boyta)	0,13	3%
Utomhus	0,11	8%
Pannrum	0,11	2%
Hall	0,10	3%
Kök	0,07	6%
Elcentral	0,07	2%
Badrum/toalett/bastu	0,05	12%
Trapphus/korridor	0,03	14%

Fritidsgård

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Okänd	0,73	6%
Förråd	0,64	4%
Samlingslokal	0,37	14%
Badrum/toalett/bastu	0,37	8%
Soprum/sopnedkast	0,33	2%
Källare (ej boyta)	0,29	3%
Skorsten	0,25	3%
Fristående förråd/uthus	0,22	7%
Elcentral	0,20	2%
Annat	0,18	11%
Kök	0,17	9%
Utomhus	0,15	13%
Trapphus/korridor	0,00	4%

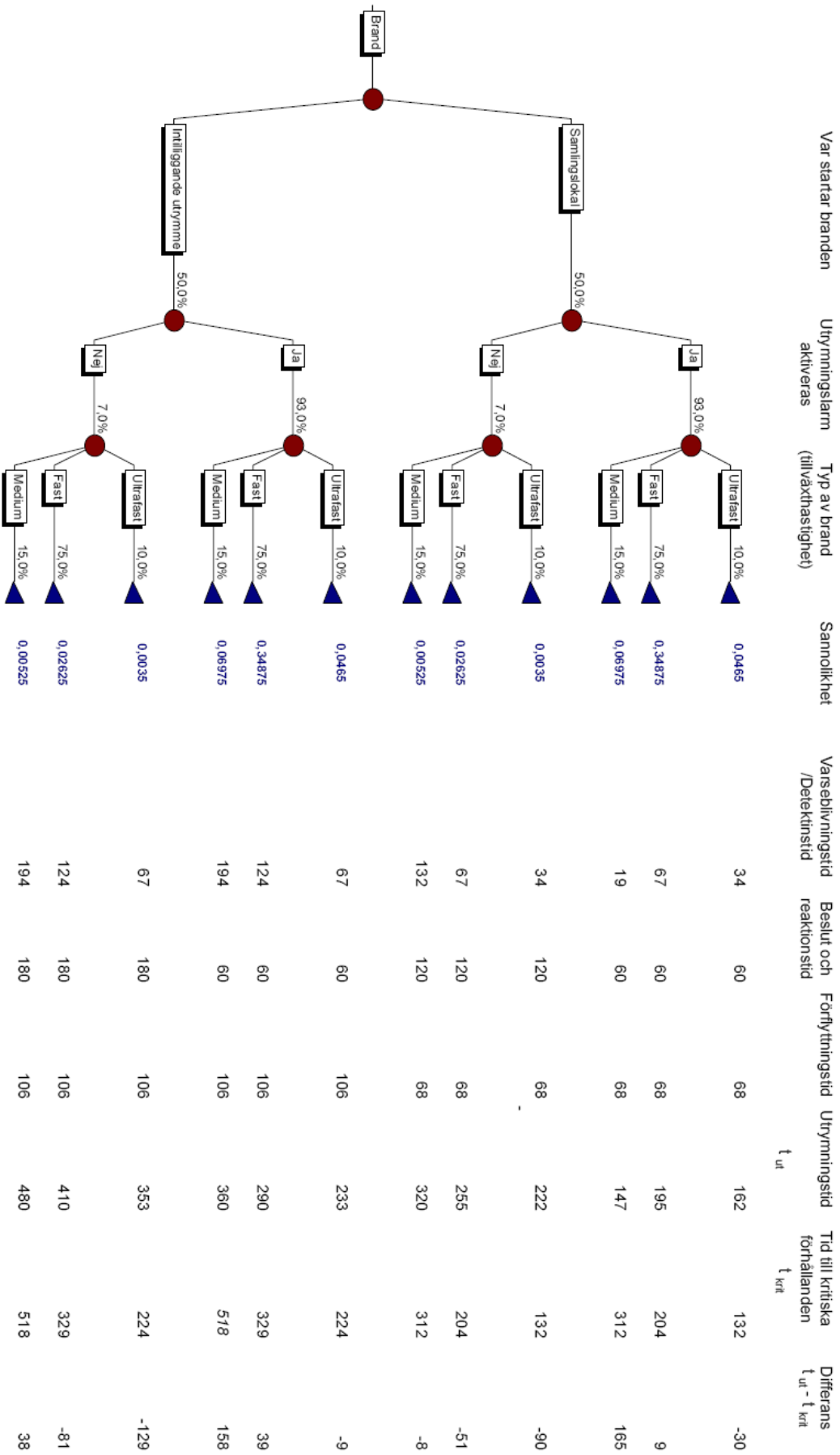
Förvaltningsbyggnad/Kontor

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Badrum/toalett/bastu	0,30	3%
Soprum/sopnedkast	0,21	2%
Kontor	0,21	17%
Kök	0,18	13%
Personalutrymme	0,18	4%
Förråd	0,18	2%
Annat	0,11	13%
Källare (ej boyta)	0,10	3%
Produktionslokal	0,07	2%
Utomhus	0,07	5%
Trapphus/korridor	0,05	6%
Luftbehandlingsutrymme	0,05	2%
Samlingslokal	0,04	3%
Elcentral	0,02	6%
Datacentral	0,00	3%
Pannrum	0,00	2%

Kommunikationsbyggnad

Startutrymme	Konsekvens	Andel
Fristående förråd/uthus	0,44	4%
Datacentral	0,25	2%
Utomhus	0,22	4%
Källare (ej boyta)	0,20	2%
Försäljningslokal	0,20	2%
Kök	0,17	6%
Personalutrymme	0,17	3%
Samlingslokal	0,08	6%
Annat	0,06	35%

Appendix B: Händelsetråd



Appendix C. Utrymningsberäkningar

Appendix C.1: Simulering av utrymningstid med Simulex

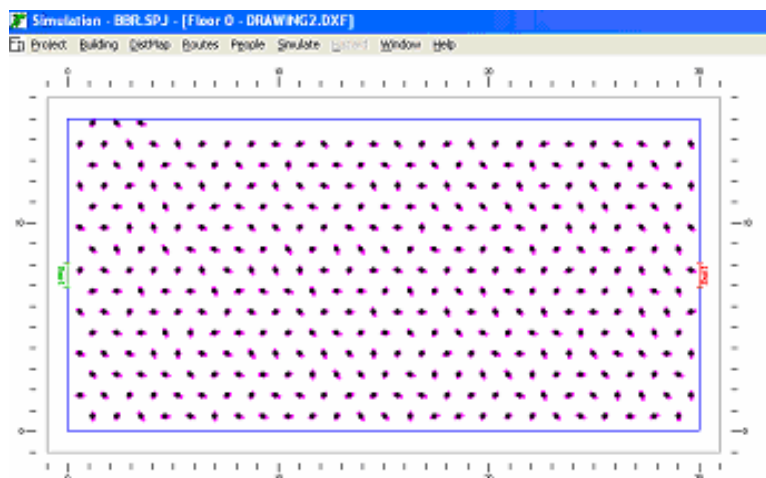
Simulex har utvecklats i samarbete mellan Brandteknik vid Lunds tekniska högskola och University of Edinburgh. Distribution av programmet i Sverige sker genom Brandteknik vid Lunds tekniska högskola. Programmet är konstruerat för att simulera utrymning vid uppkomst av brand. Teoretiska evakueringstider beräknas genom att simulera utrymningsförlopp för besökare i en byggnad.

Simulex använder tvådimensionella ritningar som kan importeras från CAD-program för att beskriva geometrin. Flera våningar kan kopplas samman med trapphus och utgångar och personer kan placeras ut var som helst i byggnaden. Vilka utgångar och gångstråk som respektive person har tillgång till kan bestämmas. Om inga restriktioner införs kommer personen att ta den närmaste vägen ut till det fria, alltså inte den väg som tar kortast tid att gå och vid köbildning kan vissa personer behöva dirigeras om för att få ett mer realistiskt utrymningsförlopp.

Simulering av mänskliga rörelsemönster är baserade på empiriska observationer. Olika typer av personer kan väljas, exempelvis kontorspersonal, barn eller studenter, där gånghastigheten skiljer sig. Även besluts- och reaktionstid måste definieras i indata /9/.

Med handberäkning återfås avvikande resultat av utrymningstiden. En liten del av skillnaden förklaras av att handberäkningar inkluderar gångtiden till utrymningsväg vilket inte tas med i Simulex. Att inte inkludera gångtiden är det mest rimliga ty kön börjar redan då förflyttningen till utrymningsväg inleds. Den övriga differensen mellan Simulex och handberäkningar samt bedömning av vilket värde som är mest rimligt, har inte beaktats.

Appendix C.2: Resultat av utrymningsberäkningar



Figur 10: Utplacerade personer i Simulex; 360 personer, 2 utgångar

Brand i samlingslokal

Number of Floors = 1

Number of Staircases = 0

Number of Links = 0

Number of Exits = 2

Number of People = 0

Floor 0 (DXF file : DRAWING2.DXF)

Number of People Initially in This Floor = 0

Exit 1 : (-0.05,7.50 m), 180.00 degrees, 1.20 m wide

Exit 2 : (30.00,7.50 m), 0.00 degrees, 1.20 m wide

All people reached the exit in 1:08.3.

Time (sec.), Total number of people through final exits

5	14
10	46
15	76
20	106
25	134
30	164
35	194
40	221
45	247
50	270
55	298
60	326
65	351
70	360

Brand i intelligande utrymme

Number of Floors = 1
Number of Staircases = 0
Number of Links = 0
Number of Exits = 1
Number of People = 0

Floor 0 (DXF file : DRAWING2.DXF)
Number of People Initially in This Floor = 0
Exit 1 : (0.06,7.47 m), 180.00 degrees, 1.20 m wide

All people reached the exit in 1:46.1.

Time (sec.), Total number of people through final exits

5	9
10	25
15	43
20	59
25	77
30	94
35	113
40	134
45	153
50	171
55	189
60	208
65	227
70	244
75	262
80	280
85	297
90	314
95	331
100	347
105	358
110	360

Appendix D: Brandförloppsberäkningar

Appendix D.1: Simulering av brandförlopp med Argos

Argos är ett brandsimuleringsprogram utvecklat vid Danish Institute of Fire and Security Technology. Programmet är av typen tvåzonsmodell vilket innebär att rummet delas upp i två volymer, en varm övre del och en kall undre del. Argos använder matematiska modeller där kontinuitetsekvationerna beräknas för massflödet i de olika kontrollvolymerna. I Argos tas hänsyn till rummets geometri och i de fall en tvåzonsmodell ej är tillämpbar simulerar Argos rumsvolymer som en omblandad zon.

Argos beräknar ceilingjettemperaturen baserat på maxavstånd, det vill säga avståndet till rummets bortesta hörn. Om temperaturen i ceilingjeten är mindre än 20° över rummets temperatur kan en tvåzonsmodell inte bildas. Detta innebär att om maxavståndet är litet kommer en tvåzonsmodell snabbt att bildas och om avståndet är stort går det långsamt, därför beräknas stora volymer som en zon om branden inte pågår en längre tid.

Vissa förenklingar och antaganden görs och dessa medför följande begränsningar i programmet:

- Gaserna behandlas som ideala gaser.
- Ingen hänsyn tas till brandgasernas transporttider. Brandplymen når, och transporteras längst med taket momentant.
- Trycket antas vara detsamma i hela rummet.
- Höjden på brandgaslagret antas vara densamma i hela rummet.

Argos tar dock hänsyn till värmeförluster till ytor och omgivning. Upp till fem rum kan behandlas samtidigt och därför kan rökfyllnad beräknas även i angränsande rum. Bränder i Argos kan väljas på olika sätt. I programmet finns en omfattande integrerad databas där man finner en stor mängd empiriskt framtagna effektkurvor samt ett flertal teoretiska effektkurvor. Det finns även möjlighet att konstruera egna effektkurvor /1/.

Indata Argos

Byggnad

Room Samlingslokal

Room use: Workshop
Room area [m2]: 450
Average height [m]: 3
Max. distance [m]: 31
Floor type: Concrete floor

Wall towards 'Surroundings'

Base wall: Cavity wall, insulated, 30 cm

Length [m]: 85

Wall part: Hole (Miscellaneous)

Type: Miscellaneous Width [m]: 1,2

No. of part: 1 Height [m]: 2,3

S-Door: No Height. above floor [m]: 0

Wall towards 'intilliggande'

Base wall: Concrete wall, 15 cm

Length [m]: 5

Wall part: Hole (Miscellaneous)

Type: Miscellaneous Width [m]: 1,2

No. of part: 1 Height [m]: 2,3

S-Door: No Height. above floor [m]: 0

Ceiling

Base ceiling: Gypsum/mineral-wool/concrete

AFA, smoke detector:

Smoke detector (0,2)

Smoke sensitivity [dB/m]: 0,2

Distance between detectors [m]: 10

Room intilliggande

Room use: Workshop
Room area [m2]: 30
Average height [m]: 3
Max. distance [m]: 4
Floor type: Concrete floor

Wall towards 'Surroundings'

Base wall: Cavity wall, insulated, 30 cm

Length [m]: 15

Wall part: Hole (Miscellaneous)

Type: Miscellaneous Width [m]: 1,2

No. of part: 1 Height [m]: 2,3

S-Door: No Height. above floor [m]: 0

Wall towards 'Samlingslokal'

Base wall: Concrete wall, 15 cm

Length [m]: 5

Wall part: Hole (Miscellaneous)

Type: Miscellaneous Width [m]: 1,2

No. of part: 1 Height [m]: 2,3

S-Door: No Height. above floor [m]: 0

Ceiling

Base ceiling: Gypsum/mineral-wool/concrete

Brand i samlingslokal

Fire start

Fire start room: Samlingslokal

Fire start, type: Energy formula fire

Fire start, name: Medium / Fast / Ultrafast

Fire start, code: -

Optical smoke potential [dB/m]: 100,0

Maximum Q(t) [MW]: 100,00

Parabolic growth [MW/min²]: 0,0432 / 0,1692 / 0,6840

Parabolic growth [kW/s²]: 0,0120 / 0,0470 / 0,1900

Linear growth [MW/min]: 0,0000

Constant fire [MW]: 0,0000

Initial fire [kW]: 0,00

Doubling time [min]: 0,00

Fire installations

[----- In operation -----]

Room name	AFV Heat	AFV Smoke	AFV Timer	Sprinkler	AFA Heat	AFA Smoke	Windload [m/s]
Samlingslokal	No	No	No	No	No	Yes	0,00
intilliggande	No	No	No	No	No	No	0,00

Brand i intilliggande utrymme

Fire start

Fire start room: intilliggande

Fire start, type: Energy formula fire

Fire start, name: Medium / Fast / Ultrafast

Fire start, code: -

Optical smoke potential [dB/m]: 100,0

Maximum Q(t) [MW]: 100,00

Parabolic growth [MW/min²]: 0,0432 / 0,1692 / 0,6840

Parabolic growth [kW/s²]: 0,0120 / 0,0470 / 0,1900

Linear growth [MW/min]: 0,0000

Constant fire [MW]: 0,0000

Initial fire [kW]: 0,00

Doubling time [min]: 0,00

Fire installations

[----- In operation -----]

Room name	AFV Heat	AFV Smoke	AFV Timer	Sprinkler	AFA Heat	AFA Smoke	Windload [m/s]
Samlingslokal	No	No	No	No	No	Yes	0,00
intilliggande	No	No	No	No	No	No	0,00

Appendix D.2: Resultat av brandförloppsberäkningar

Brand i samlingslokal

Tillväxthastighet: Medium

Samlingslokal					Heat radiation	Floor press.
Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	[kW/m ²]	[N/m ²]
00:00:00	0,00		3,00	20		-0,010
00:00:28	0,00		3,00	20		0,000
00:00:57	0,02		3,00	20		0,000
00:01:23	0,05		3,00	20		0,000
00:01:50	0,11		3,00	20		0,000
00:02:12	0,19		3,00	20		0,000
00:02:12	Room 'Samlingslokal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:02:41	0,28	2,82	2,91	39		0,003
00:03:09	0,28	3,38	2,73	45	0,49	0,006
00:03:34	0,28	3,91	2,56	51	0,53	0,010
00:03:59	0,28	4,50	2,39	58	0,58	0,016
00:04:28	0,28	5,17	2,20	66	0,65	0,024
00:04:57	0,28	5,82	2,00	75	0,72	0,023
00:05:12	0,28	6,17	1,89	79	0,76	0,020
00:05:12	Critical condition in room 'Samlingslokal': Smoke free height less than 1,90 m					
00:05:41	0,28	6,82	1,71	89	0,85	0,011
00:06:00	0,28	7,26	1,60	95	0,91	0,001
00:06:00	Critical condition in room 'intilliggande': Optical density greater than 2,0 dB/m					
00:06:30	0,31	7,99	1,44	106	1,03	-0,016
00:06:34	0,32	8,10	1,42	107	1,05	-0,025
00:06:34	Critical condition in room 'intilliggande': Smoke free height less than 1,90 m					
00:07:03	0,34	8,84	1,28	119	1,18	-0,083
00:07:31	0,37	9,56	1,16	130	1,33	-0,192
00:07:59	0,40	10,30	1,04	141	1,49	-0,359
00:08:25	0,41	10,98	0,93	152	1,66	-0,562
00:08:51	0,40	11,66	0,83	164	1,85	-0,811
00:09:17	0,38	12,33	0,73	175	2,05	-1,100
00:09:45	0,35	13,04	0,62	189	2,31	-1,379
00:10:00	0,32	13,39	0,57	197	2,48	-1,617
00:10:00	MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!					

Tillväxthastighet: Fast

Samlingslokal					Heat radiation	Floor press.
Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	[kW/m ²]	[N/m ²]
00:00:00	0,00		3,00	20		-0,010
00:00:27	0,01		3,00	20		0,000
00:00:56	0,06		3,00	20		0,000
00:01:07	0,10		3,00	20		0,000
00:01:07	Room 'Samlingslokal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:01:34	0,13	3,14	2,89	44		0,006
00:02:03	0,13	4,17	2,67	58	0,57	0,020
00:02:29	0,13	5,17	2,45	71	0,68	0,047
00:02:59	0,13	6,17	2,16	87	0,82	0,096
00:03:24	0,13	7,00	1,89	102	0,97	0,110
00:03:24	Critical condition in room 'Samlingslokal': Smoke free height less than 1,90 m					
00:03:54	0,13	8,03	1,59	121	1,20	0,109
00:04:11	0,14	8,65	1,43	132	1,35	0,073
00:04:11	Critical condition in room 'intilliggande': Smoke free height less than 1,90 m					
00:04:39	0,15	9,68	1,18	153	1,65	-0,004
00:05:06	0,16	10,73	0,95	174	2,02	-0,158
00:05:34	0,18	11,88	0,75	197	2,48	-0,562
00:05:38	0,18	12,04	0,72	200	2,55	-0,630
00:05:38	Critical condition in room 'Samlingslokal': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m ²					
00:06:08	0,19	13,30	0,52	230	3,25	-1,278
00:06:38	0,19	14,78	0,35	256	4,01	-2,286
00:07:07	0,16	16,49	0,19	282	4,83	-3,279
00:07:35	0,00	18,41	0,07	307	5,79	-4,232
00:08:05	0,00	21,05		339	7,15	-5,189
00:08:25	0,00	23,29		362	8,29	-5,776
00:08:25	Fire is declining.					
00:08:54	0,00	26,54		370	8,73	-6,537
00:09:24	0,00	29,33		369	8,70	-6,565
00:09:51	0,00	31,35		368	8,65	-6,555
00:10:00	0,00	31,91		368	8,64	-6,547
00:10:00	MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!					

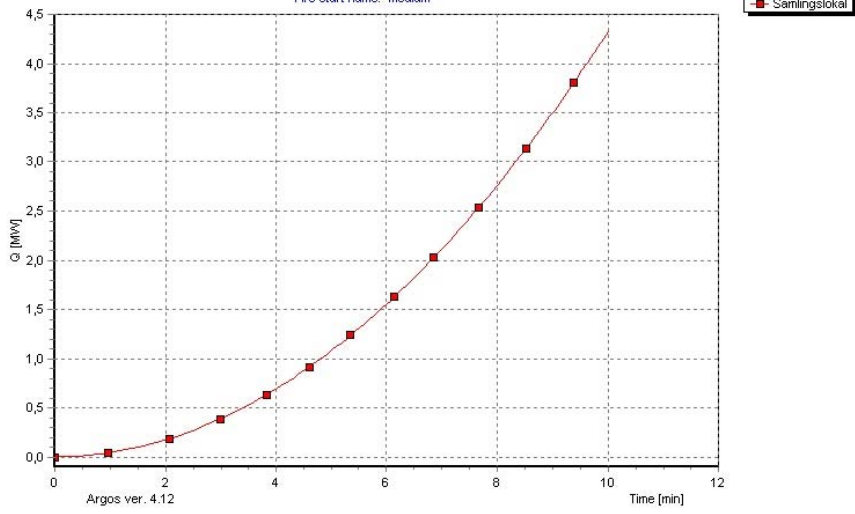
Tillväxthastighet: Ultrafast

Samlingslokal					Heat radiation	Floor press.
Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	[kW/m ²]	[N/m ²]
00:00:00	0,00		3,00	20		-0,010
00:00:29	0,03		3,00	20		0,000
00:00:34	0,06		3,00	20		0,000
00:00:34	Room 'Samlingslokal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:01:03	0,07	4,04	2,82	58	0,57	0,024
00:01:33	0,07	5,88	2,50	88	0,82	0,141
00:02:02	0,07	7,34	2,06	119	1,16	0,413
00:02:12	0,07	7,85	1,89	130	1,31	0,490
00:02:12	Critical condition in room 'Samlingslokal': Smoke free height less than 1,90 m					
00:02:42	0,07	9,39	1,39	168	1,90	0,608
00:02:42	Critical condition in room 'intilliggande': Smoke free height less than 1,90 m					
00:03:04	0,07	10,61	1,03	199	2,52	0,398
00:03:04	Critical condition in room 'Samlingslokal': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m ²					
00:03:33	0,07	12,38	0,62	247	3,72	0,017
00:04:02	0,08	14,61	0,33	300	5,50	-1,292

Diagram

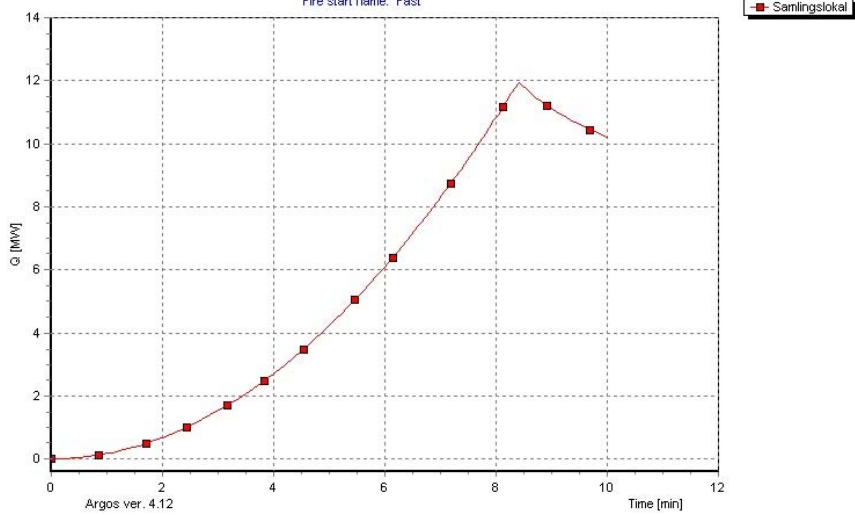
Rate of heat release from fire (BBR)

Fire start name: Medium



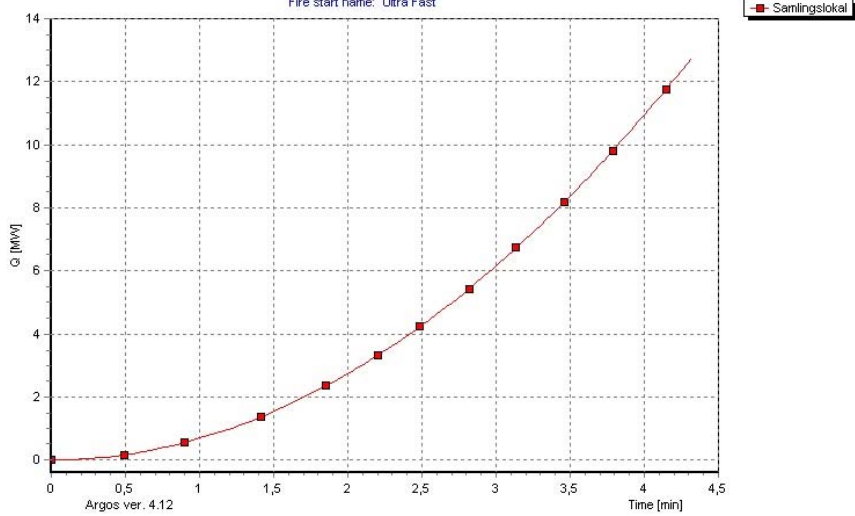
Rate of heat release from fire (BBR)

Fire start name: Fast

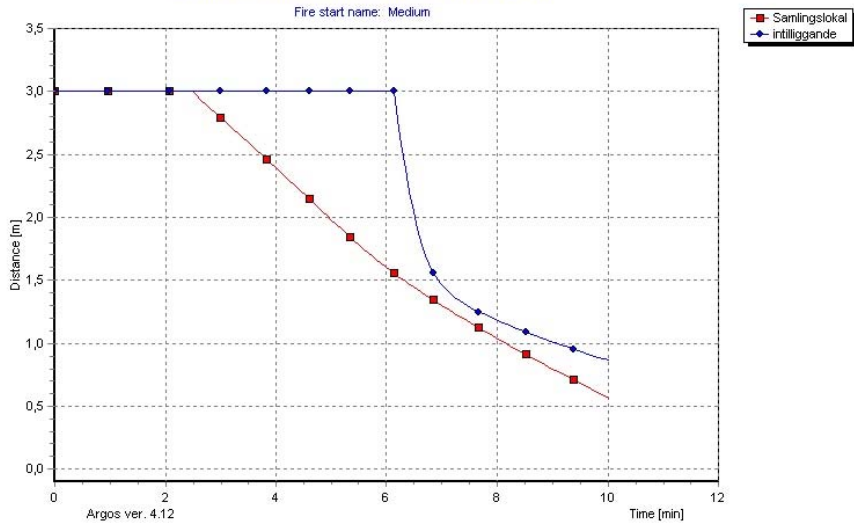


Rate of heat release from fire (BBR)

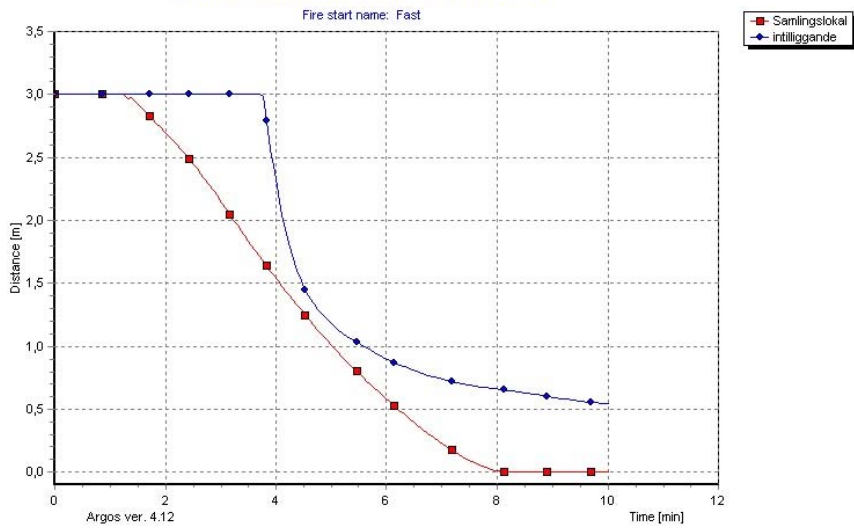
Fire start name: Ultra Fast



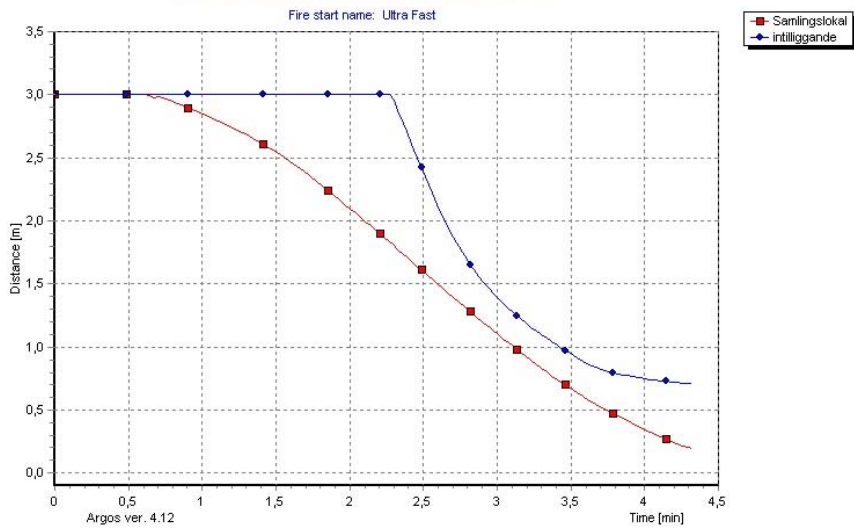
Distance from floor to smoke layers (BBR)



Distance from floor to smoke layers (BBR)



Distance from floor to smoke layers (BBR)



Brand i intilliggande utrymme

Tillväxthastighet: Medium

Samlingslokal

Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m²]	Floor press. [N/m²]
00:00:00	0,00		3,00	20		-0,010
00:00:29	0,00		3,00	20		0,000
00:00:59	0,00		3,00	20		0,000
00:01:29	0,00		3,00	20		0,000
00:01:30	0,00		3,00	20		0,000
00:01:30	Critical condition in room 'intilliggande': Smoke free height less than 1,90 m					
00:02:00	0,02		3,00	20		0,000
00:02:26	0,06		3,00	20		0,000
00:02:57	0,14		3,00	20		0,000
00:03:14	0,20		3,00	20		0,000
00:03:14	Room 'Samlingslokal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:03:44	0,34		3,00	20		0,000
00:04:13	0,53		3,00	20		0,000
00:04:43	0,77		3,00	20		0,000
00:04:56	0,91		3,00	20		0,000
00:04:56	Critical condition in room 'intilliggande': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m²					
00:05:06	1,02		3,00	20		0,000
00:05:06	Critical condition in room 'Samlingslokal': Optical density greater than 1,0 dB/m					
00:05:37	1,13	7,44	2,90	51		0,013
00:06:06	1,13	8,44	2,75	57	0,57	0,019
00:06:36	1,13	9,31	2,60	63	0,61	0,026
00:07:05	1,13	9,97	2,44	69	0,66	0,041
00:07:34	1,13	10,57	2,27	74	0,71	0,055
00:08:04	1,13	11,17	2,09	80	0,76	0,061
00:08:33	1,13	11,73	1,93	85	0,81	0,056
00:08:36	1,13	11,84	1,89	86	0,82	0,054
00:08:36	Critical condition in room 'Samlingslokal': Smoke free height less than 1,90 m					
00:09:06	1,13	12,39	1,73	92	0,88	0,027
00:09:24	1,13	12,75	1,65	94	0,91	0,008
00:09:24	Room 'intilliggande': Entry by fire brigade is no longer possible					
00:09:53	1,13	13,53	1,51	100	0,97	-0,001
00:10:00	1,13	13,71	1,49	101	0,98	-0,003
00:10:00	MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!					

Tillväxthastighet: Fast

Samlingslokal

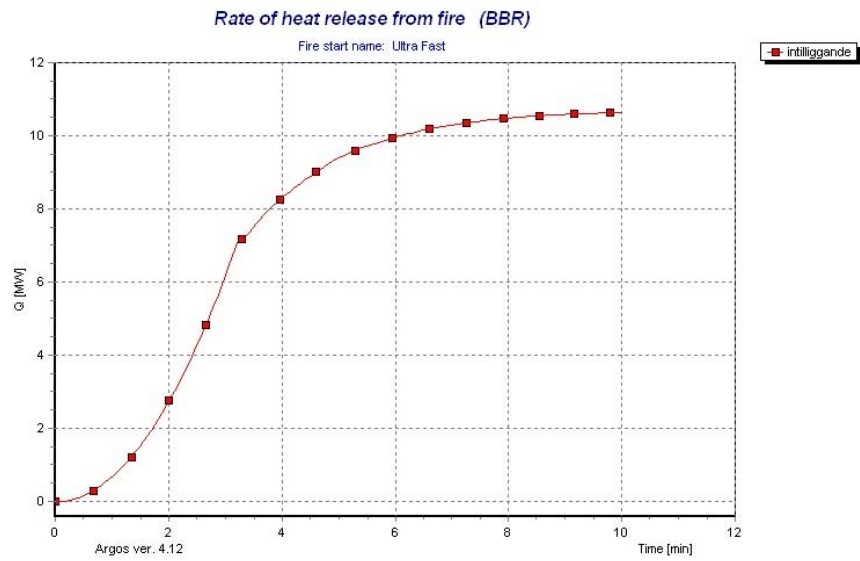
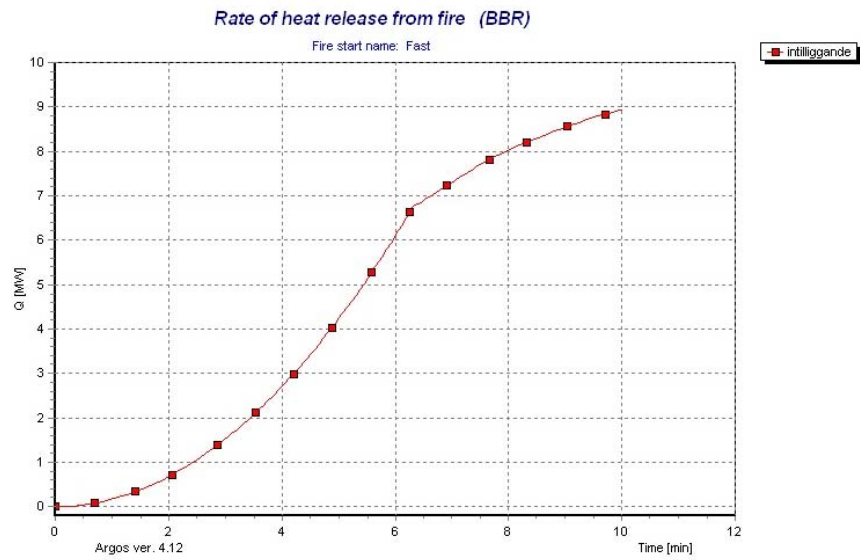
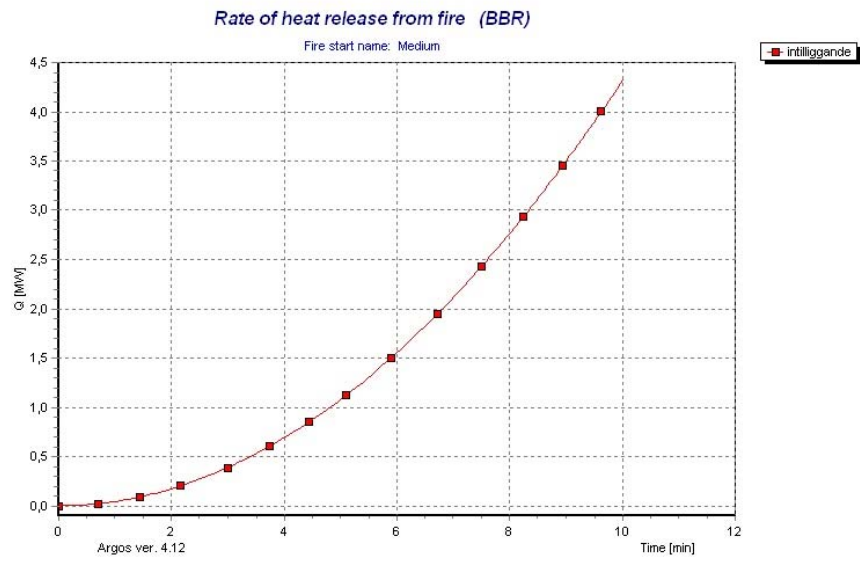
Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m ²]	Floor press. [N/m ²]
00:00:00	0,00		3,00	20		-0,010
00:00:29	0,00		3,00	20		0,000
00:00:56	0,00		3,00	20		0,001
00:00:56	Critical condition in room 'intilliggande': Smoke free height less than 1,90 m					
00:01:24	0,03		3,00	20		0,002
00:01:54	0,13		3,00	20		0,001
00:02:04	0,19		3,00	20		0,001
00:02:04	Room 'Samlingslokal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:02:33	0,42		3,00	20		0,001
00:02:39	0,49		3,00	20		0,001
00:02:39	Critical condition in room 'intilliggande': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m ²					
00:03:09	0,56	7,64	2,87	55		0,025
00:03:39	0,56	8,95	2,89	66	0,63	0,050
00:04:08	0,56	9,89	2,50	76	0,71	0,091
00:04:38	0,56	10,75	2,27	85	0,80	0,151
00:04:57	0,56	11,33	2,12	91	0,86	0,153
00:04:57	Room 'intilliggande': Entry by fire brigade is no longer possible					
00:05:27	0,56	12,63	1,91	101	0,96	0,121
00:05:29	0,56	12,77	1,90	102	0,98	0,118
00:05:29	Critical condition in room 'Samlingslokal': Smoke free height less than 1,90 m					
00:05:29	Room 'intilliggande': Flash-over limit reached, but using pre flash-over model					
00:05:59	0,56	14,38	1,71	113	1,10	0,085
00:06:29	0,56	16,17	1,55	123	1,23	0,019
00:06:58	0,56	17,91	1,41	132	1,35	-0,001
00:07:27	0,55	19,51	1,31	140	1,47	-0,063
00:07:56	0,54	21,09	1,22	147	1,57	-0,175
00:08:25	0,52	22,58	1,14	154	1,67	-0,273
00:08:55	0,50	23,97	1,07	160	1,78	-0,396
00:09:24	0,48	25,27	1,02	167	1,89	-0,538
00:09:54	0,45	26,47	0,96	173	2,01	-0,642
00:10:00	0,45	26,66	0,96	175	2,04	-0,662
00:10:00	MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!					

Tillväxthastighet: Ultrafast

Samlingslokal

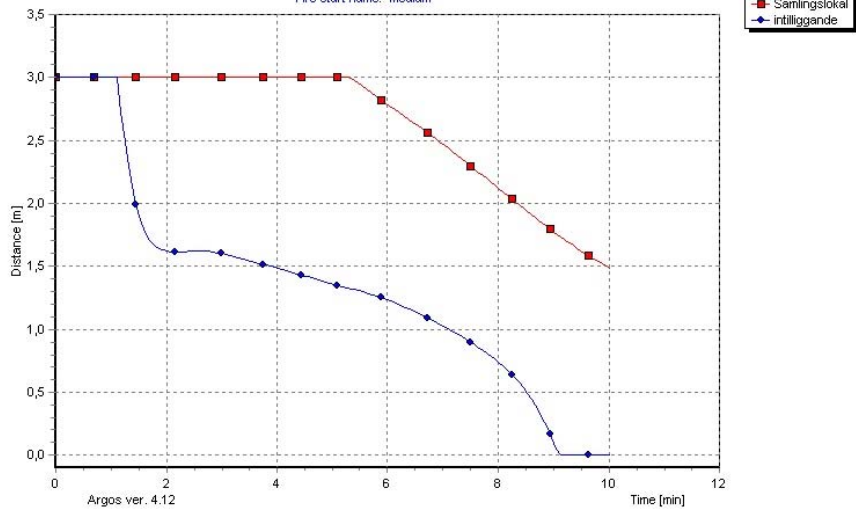
Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	Heat radiation [kW/m ²]	Floor press. [N/m ²]
00:00:00	0,00		3,00	20		-0,010
00:00:29	0,00		3,00	20		0,002
00:00:36	0,00		3,00	20		0,002
00:00:36	Critical condition in room 'intilliggande': Smoke free height less than 1,90 m					
00:01:05	0,08		3,00	20		0,008
00:01:07	0,09		3,00	20		0,008
00:01:07	Room 'Samningslokal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:01:25	0,24		3,00	20		0,005
00:01:25	Critical condition in room 'intilliggande': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m ²					
00:01:54	0,24	8,02	2,81	65	0,62	0,077
00:02:24	0,24	9,70	2,57	83	0,77	0,202
00:02:33	0,24	10,17	2,49	88	0,82	0,254
00:02:33	Room 'intilliggande': Entry by fire brigade is no longer possible					
00:02:48	0,24	11,12	2,35	97	0,91	0,244
00:02:48	Room 'intilliggande': Flash-over limit reached, but using pre flash-over model					
00:03:18	0,24	13,93	2,10	115	1,11	0,270
00:03:44	0,24	16,42	1,90	128	1,28	0,187
00:03:44	Critical condition in room 'Samningslokal': Smoke free height less than 1,90 m					
00:04:14	0,24	19,03	1,70	139	1,44	0,114
00:04:43	0,24	21,27	1,53	150	1,60	0,027
00:05:13	0,24	23,39	1,39	159	1,75	-0,012
00:05:43	0,23	25,36	1,29	167	1,88	-0,082
00:06:12	0,23	27,13	1,20	175	2,03	-0,200
00:06:42	0,22	28,70	1,12	183	2,18	-0,298
00:07:12	0,21	30,08	1,06	191	2,35	-0,496
00:07:31	0,20	30,98	1,02	195	2,43	-0,632
00:07:31	Fire is declining.					
00:07:52	0,19	31,91	0,99	198	2,50	-0,744
00:07:52	Critical condition in room 'Samningslokal': Heat radiation from smoke layer greater than 2,5 kW/m ²					
00:08:22	0,18	33,18	0,95	202	2,58	-0,871
00:08:51	0,17	34,33	0,92	206	2,66	-0,983
00:09:21	0,16	35,37	0,89	209	2,73	-1,087
00:09:51	0,15	36,29	0,86	211	2,79	-1,185
00:10:00	0,14	36,54	0,85	212	2,81	-1,182
00:10:00	MAX. CALCULATION TIME - CALCULATION ABORTED!					

Diagram



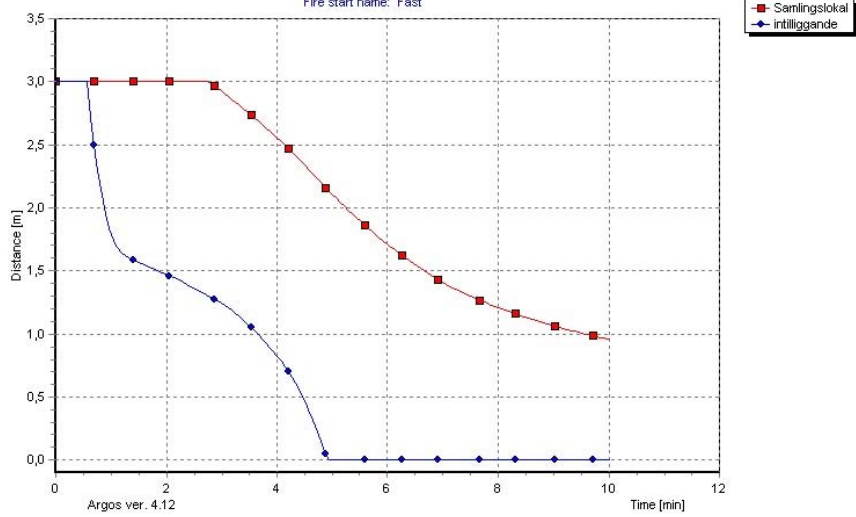
Distance from floor to smoke layers (BBR)

Fire start name: Medium



Distance from floor to smoke layers (BBR)

Fire start name: Fast



Distance from floor to smoke layers (BBR)

Fire start name: Ultra Fast

