



LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA  
Lunds universitet

# Brandteknisk riskvärdering av restaurang och nattklubb Le Cardinal



**Handledare:**  
Bjarne Husted  
Anders Norén

**Författare:**  
Marcus Arvidsson  
Mikael Björk  
Jon Johansson  
Mattias Larsson



**Avdelningen för brandteknik**

Lunds Tekniska Högskola

Box 118

221 00 Lund

brand@brand.lth.se

**Department of Fire Safety Engineering**

Lund University

Box 118

S-221 00 Lund

SWEDEN

brand@brand.lth.se

# Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

## Fire Safety Evaluation, Le Cardinal

**Författare/Authors**

Marcus Arvidsson

Mikael Björk

Jon Johansson

Mattias Larsson

Brandingenjörsprogrammet vid avdelningen för brandteknik, LTH, december 2003

Fire Protection Engineering Program, Lund University, December 2003

**Rapport: 9205**

**ISSN:1402-3504**

**ISRN:LUTVDG/TVBB--9205--SE**

**Keywords**

Le Cardinal, restaurant, evacuation, fire safety, fire scenarios, untenable environments, Argos, Simulex, FDS

*Följande rapport är framtagen i undervisningen. Det huvudsakliga syftet har varit träning i problemlösning och metodik. Rapportens slutsatser och beräkningsresultat har inte kvalitetsgranskats i den omfattning som krävs för kvalitetssäkring. Rapporten måste därför användas med stor försiktighet. Den som åberopar resultaten från rapporten i något sammanhang bär själv ansvaret.*

***Tack***

Vi vill passa på att tacka vår handledare Bjarne Husted som har varit mycket hjälpsam och underlättat arbetet mycket då han gav oss möjligheten att lära oss tvåzonsprogrammet Argos. Vi vill också tacka Anders Norén, brandingenjör vid Helsingborgs brandförsvär tillika vår externa handledare. Johan Fredholm, säkerhetsansvarig och vår kontakt på Le Cardinal har varit behjälplig för frågor dygnet runt. Till sist vill vi rikta ett stort tack till samtliga i personalen på Brandteknik som alltid tagit sig tid till frågor. Ett speciellt tack till Daniel Gojkovic som gjort så vi fått möjligheten att använda FDS.

***Abstract***

This report contains a fire safety evaluation of Le Cardinal, a restaurant and nightclub located in Helsingborg, Sweden. A normal Saturday evening Le Cardinal has about 400 guests in very various ages, from 20 to over 60 according to information from Johan Fredholm, safety responsible on Le Cardinal.

The report only covers the early stages of the fire until untenable environments occur. It just considers personal safety and does not treat possible economic losses in case of a fire.

To control if it's possible to evacuate all the people in the building before untenable environment occurs, a lot of assumptions are made based on knowledge and interviews with people. The assumptions are used in different ways in calculations, both handmade and in computer simulations. To calculate the evacuation a program called SIMULEX has been used. Two different fire models, ARGOS and FDS, has been used to calculate the critical time considering optical density, temperature and the height of the smoke layer.

A comparison between present fire safety level and the Swedish building code BBR 2002 has also been done.

The result shows that there are some problems with the current fire safety and some of the ideas that will be given to improve the buildings fire safety considering person safety is:

- To establish a safe evacuation from the second and third floor, smoke controlling measurements have to be done to prevent smoke filling.
- A mechanical smoke venting fan has to be installed to secure the evacuation.
- The emergency exits have to be more attractive and easy to find. This is very important because all emergency exits have to be used to establish a satisfactory person safety.



## Sammanfattning

Denna rapport utvärderar personsäkerheten ur Le Cardinals brandsäkerhetsperspektiv. Le Cardinal är en nattklubb och restaurang belägen i de centrala delarna av Helsingborg. Huvudsakligen har bara personsäkerheten beaktats det vill säga det tidiga brandförloppet innan det att kritiska förhållanden uppstår. Resultat bygger på diskussioner, litteraturstudier, besök på objektet, konsultation med handledaren och framförallt beräkningar och datorsimuleringar.

Le Cardinal ligger i fastigheten Vikingen:7, belägen på Södra kyrkogatan 9. Byggnaden uppfördes ursprungligen i slutet på 1800-talet och har sedan dess blivit ombyggd ett flertal gånger för att 1984 få sitt nuvarande utseende.

Lokalerna får idag ta emot 400 gäster vilket är baserat på utrymningsvägarnas bredd samt att lokalerna är sprinklade. För att få en fingervisning om vilka svagheter som finns och vad som kan behöva göras har en jämförelse med BBR gjorts.

Vid undersökning om den nuvarande brandsäkerheten är tillräcklig har tre representativa brandscenarier tagits fram och analyserats. De tre scenarierna är väl underbyggda av antaganden och diskussion.

- Brand i garderoben på första våningen som försvårar och eventuellt omöjliggör en utrymning från andra och tredje våningen.
- Brand i restaurangen på första våningen som omöjliggör användandet av en av de två oberoende utrymningsvägarna.
- Brand i soffgruppen på tredje våningen. Detta är en relativt häftig brand som gör att kritiska förhållanden snabbt kan uppkomma och risken är stor att kraven för personsäkerheten inte uppnås.

De olika scenarierna har simulerats i olika avseende, för beräkning av utrymningstider användes evakueringsprogrammet SIMULEX. För beräkning av tid till kritiska förhållanden användes brandmodellerna ARGOS och FDS.

Resultaten av simuleringar och diskussioner visar att det finns tydliga brister i säkerheten och i dagsläget kan Le Cardinal inte klassas som säkert. Åtgärderna som föreslås genererar en stor ökning i personsäkerheten och om dessa görs kommer säkerheten att vara tillfredsställande. Ett par av de föreslagna åtgärderna är:

- Brandgashindrande åtgärder som kommer att öka utrymningssäkerheten från våning två och tre. Detta är nödvändigt för att en säker utrymning skall kunna ske vid en garderobsbrand på våning ett.
- En mekanisk brandgasfläkt måste installeras för att säkerställa bra utrymningsförhållanden vid brand på tredje våningen.
- Utrymningsvägarna behöver bli mer lätt identifierbara och lättöppnade då de i dagens läge både är oattraktiva och svåra att öppna. Det är viktigt att detta åtgärdas då det krävs att samtliga utrymningsvägar används för att en tillfredsställande personsäkerhet skall uppnås.



---

## Innehållsförteckning

|          |                                    |           |
|----------|------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning .....</b>             | <b>10</b> |
| 1.1      | Bakgrund .....                     | 10        |
| 1.2      | Syfte.....                         | 10        |
| 1.3      | Metoder .....                      | 10        |
| 1.4      | Avgränsningar.....                 | 11        |
| 1.5      | Förenklingar.....                  | 11        |
| <b>2</b> | <b>Objektsbeskrivning .....</b>    | <b>12</b> |
| 2.1      | Översikt .....                     | 12        |
| 2.2      | Byggnaden .....                    | 12        |
| 2.2.1    | Källaren .....                     | 12        |
| 2.2.2    | Våning ett.....                    | 12        |
| 2.2.3    | Våning två.....                    | 13        |
| 2.2.4    | Våning tre .....                   | 13        |
| 2.2.5    | Trapphus.....                      | 14        |
| 2.3      | Nuvarande brandskydd .....         | 15        |
| 2.3.1    | Aktiva system .....                | 15        |
| 2.3.2    | Passiva system .....               | 16        |
| <b>3</b> | <b>BBR-jämförelse .....</b>        | <b>18</b> |
| <b>4</b> | <b>Utrymning .....</b>             | <b>20</b> |
| 4.1      | Kritiska förhållanden .....        | 20        |
| 4.1.1    | Allmänt.....                       | 20        |
| 4.1.2    | Temperatur .....                   | 20        |
| 4.1.3    | Strålning .....                    | 20        |
| 4.1.4    | Sikt .....                         | 20        |
| 4.1.5    | Brandgaslagrets höjd .....         | 20        |
| 4.1.6    | Toxicitet .....                    | 20        |
| 4.2      | Mänskligt beteende vid brand ..... | 21        |
| 4.3      | Utrymningstider.....               | 21        |
| 4.3.1    | Varseblivning.....                 | 21        |
| 4.3.2    | Reaktionstid och beslut.....       | 21        |
| 4.3.3    | Förflyttning.....                  | 21        |
| 4.3.4    | Förutsättningar Simulex.....       | 21        |
| <b>5</b> | <b>Beräkningshjälpmedel .....</b>  | <b>24</b> |
| 5.1      | ARGOS .....                        | 24        |
| 5.2      | FDS .....                          | 24        |
| 5.3      | Simulex.....                       | 24        |
| 5.4      | Detact-T2 .....                    | 25        |
| <b>6</b> | <b>Scenariobeskrivning .....</b>   | <b>26</b> |
| 6.1      | Tänkbara Scenarier.....            | 26        |
| 6.1.1    | Våning ett.....                    | 26        |
| 6.1.2    | Våning två.....                    | 26        |
| 6.1.3    | Våning tre .....                   | 27        |
| 6.2      | Risktabell för scenarier .....     | 27        |
| 6.2.1    | Valda scenarier .....              | 27        |
| <b>7</b> | <b>Garderobsbranden.....</b>       | <b>28</b> |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 7.1       | Beskrivning.....                                | 28        |
| 7.2       | Dimensionerande brand.....                      | 28        |
| 7.3       | Handberäkningar.....                            | 29        |
| 7.4       | Utrymning .....                                 | 29        |
| 7.5       | Kritisk tid.....                                | 30        |
| 7.6       | Känslighetsanalys .....                         | 30        |
| 7.7       | Diskussion.....                                 | 31        |
| 7.8       | Förslag till förbättringar .....                | 32        |
| <b>8</b>  | <b>Restaurangbranden .....</b>                  | <b>34</b> |
| 8.1       | Beskrivning.....                                | 34        |
| 8.2       | Dimensionerande brand.....                      | 34        |
| 8.3       | Handberäkningar.....                            | 35        |
| 8.4       | Utrymning .....                                 | 35        |
| 8.5       | Kritisk tid.....                                | 35        |
| 8.6       | Känslighetsanalys .....                         | 36        |
| 8.7       | Diskussion.....                                 | 37        |
| 8.8       | Förslag till förbättringar .....                | 37        |
| <b>9</b>  | <b>Soffbranden .....</b>                        | <b>38</b> |
| 9.1       | Beskrivning.....                                | 38        |
| 9.2       | Dimensionerande brand.....                      | 38        |
| 9.3       | Handberäkningar.....                            | 39        |
| 9.4       | Utrymning .....                                 | 39        |
| 9.5       | Kritisk tid.....                                | 40        |
| 9.6       | Känslighetsanalys .....                         | 41        |
| 9.7       | Diskussion.....                                 | 41        |
| 9.8       | Förslag till förbättringar .....                | 42        |
| <b>10</b> | <b>Åtgärder.....</b>                            | <b>44</b> |
| 10.1      | Förbättringar som <i>skall</i> åtgärdas .....   | 44        |
| 10.1.1    | Förhindrande av brandgasspridning.....          | 44        |
| 10.1.2    | Installera mekanisk fläkt.....                  | 44        |
| 10.1.3    | Stänga branddörr.....                           | 44        |
| 10.1.4    | Attraktiva utrymningsvägar .....                | 44        |
| 10.1.5    | Lätt öppningsbara dörrar i utrymningsvägar..... | 44        |
| 10.1.6    | Ljus kopplat till utrymningslarmet.....         | 44        |
| 10.1.7    | Dokumentation .....                             | 44        |
| 10.2      | Förbättringar som <i>bör</i> åtgärdas .....     | 45        |
| 10.2.1    | Rutiner vid brand .....                         | 45        |
| 10.2.2    | Utrymningslarmknapp på bottenvåning .....       | 45        |
| 10.2.3    | Handkappsanpassning.....                        | 45        |
| 10.2.4    | Installera ny branddetektor.....                | 45        |
| 10.2.5    | Sprinkler .....                                 | 45        |
| 10.2.6    | Talat utrymningslarm.....                       | 45        |
| <b>11</b> | <b>Slutdiskussion .....</b>                     | <b>46</b> |
| <b>12</b> | <b>Referenslista .....</b>                      | <b>48</b> |
| <b>13</b> | <b>Bilageförteckning .....</b>                  | <b>50</b> |

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Rapporten utgör huvuddelen av kursen Brandteknisk riskvärdering 10 p. Kursen är obligatorisk i årskurs 3 på Brandingenjörsprogrammet. Kunskap från denna och tidigare kurser vävs samman och används till att göra en brandteknisk riskvärdering på ett objekt. I en brandteknisk riskvärdering undersöks brandskyddet vid ett objekt och vid behov lämnas förslag på förbättringar.

Rapporten skrivs som ett grupparbete där varje grupp har två handledare som stöd, en från brandteknik samt en från räddningstjänsten i den kommun där objektet finns.

Objektet som behandlas i denna rapport är Le Cardinal i Helsingborg. Le Cardinal är en restaurang och nattklubb som får ta emot maximalt 400 gäster. Byggnaden består av tre våningar där restaurangen är belägen på första våningen. På de två övre våningarna bedrivs nattklubsverksamhet.

## 1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att göra en brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal i Helsingborg. Det som främst behandlas är personsäkerheten för gäster och personal. Målet är att alla personer skall hinna utrymma byggnaden innan kritiska förhållanden uppstår. Om brister hittas i säkerheten kommer förslag på förbättringar ges.

Rapporten görs främst i studiesyfte för att få en förståelse i hur en brandteknisk riskvärdering utförs. Det ingår också att redovisa den både skriftligt och muntligt samt försvara innehållet inför en opponentgrupp samt experter inom området.

## 1.3 Metoder

Vid ett inledande besök på Le Cardinal undersöktes lokalerna gällande geometri, material, utrymningsanordningar och brandbegränsande åtgärder. Det gjordes även en grundlig intervju med säkerhetsansvarig Johan Fredholm. Informationen har sedan legat till grund för alla antaganden vid val av dimensionerande scenarier. Scenarierna är framtagna genom att titta på sannolikhet och konsekvens för olika scenarier (se kap 6.1) det vill säga de scenarierna som kunde tänkas uppkomma och gav stora konsekvenser blev de så kallade "worst possible scenarios".

Det har gjorts en mindre jämförelse med BBR för att det ska vara lättare att hitta svagheter och detaljer som går att åtgärda. Jämförelsen är inget som rapporten grundar sig i, då det har gjorts en analytisk dimensionering.

Scenarierna används för beräkningar av utrymningstid och tid tills kritiska förhållanden uppstår. Beräkningarna görs med hjälp av datorprogrammen Simulex, Argos och FDS. Även handberäkningsmodeller har använts. Resultaten av beräkningarna kommer sedan att ligga till grund vid åtgärdsförslag till objektsägaren.

## 1.4 Avgränsningar

Rapporten behandlar främst personsäkerhet. Detta innebär att endast det tidiga brandförloppet, innan det att kritiska förhållanden uppstår, beaktas. Inga beräkning är gjorda gällande byggnadens hållfasthet eller brandspridning till närliggande byggnader. Inga beräkningar är heller gjorda för att skydda lokalernas värde.

Källarvåningen behandlas inte i rapporten då det anses tillräckligt avskilt från övriga byggnaden. Detta gäller endast då dörren mellan källaren och trapphuset är stängd enligt anvisningar för en branddörr. Endast personal med god lokalkännedom har tillgång till källaren, vilket innebär att utrymning från detta utrymme inte vållar några problem.

Vid jämförelse mellan objektets brandsäkerhet och kraven från BBR så jämfördes det inte i avseende på ytskikt och beklädnad av väggar och tak. Detta på grund av svårigheten att bestämma material.

Ventilationen beaktas inte i denna rapport då ventilationsritningarna är mycket dåliga och ger nästintill ingen information. Den information som kunde utläsas på plats är att det är ett deplacerande tilluftsystem. I bedömningen tas det också i beaktande att kritiska förhållanden uppkommer fort i övrigt och att utrymning redan behöver ha skett då ventilationens bidrag till kritiska förhållanden blir märkbara.

Då lokalerna är utrustade med handbrandsläckare har det inte tagits i beaktande att personalen eller någon besökare skulle använda dessa vid eventuell brand. Denna avgränsning måste göras för att det ska kunna uppstå farliga förhållanden i byggnaden. Personalen skulle med bra utbildning på handbrandsläckare eventuellt kunna begränsa alla scenarier som kan uppkomma i byggnaden.

## 1.5 Förenklingar

Då byggnadens geometri är relativt komplicerad måste den förenklas för att kunna användas i datorprogram som simulerar brand och brandgasspridning. När effektkurvor tas fram används experimentellt framtagen data som kan skilja sig något från valda scenarier. Dock väljs kurvorna så att största rimliga effekt uppnås för att ge de värsta tänkbara scenarierna. Detta gör att de uppgifter som fås fram inte är exakta, men programmen kan ändå ge en god fingervisning om hur verkligheten ser ut.

Vid simulering i FDS har vissa förenklingar gjorts vid inmatning av geometrin. Inga föremål så som soffor, bord eller liknande har tagits med. Detta på grund av att de inte påverkar brandgasernas strömning något nämnvärt. De bidrar heller inte till någon ökad brandeffekt då de befinner sig i angränsande rum.

## 2 Objektsbeskrivning

### 2.1 Översikt

Objektet tillhör fastigheten Vikingen:7 som är belägen i centrala Helsingborg på Södra Kyrkogatan 9. Byggnaden är ursprungligen byggd i slutet på 1800-talet och har byggts om ett flertal gånger. Den senaste ombyggnationen ägde rum 1984 och sedan dess har restaurang och nattklubb bedrivits i sin nuvarande form. Byggnaden består av en samlingslokal i tre våningar samt en källarvåning som används till förvaring och omklädningsrum. För närvarande är lokalen godkänd för maximalt 400 personer. Siffran är baserad på utrymningsvägarnas bredd samt att lokalen är sprinklad.

### 2.2 Byggnaden

#### 2.2.1 Källaren

Källaren består av förrådsutrymmen, omklädningsrum, kompressorum samt varuintag. Även sprinklercentralen finns i källaren. Nedgång till källaren sker via personaltrappan. Längst ner avskiljs källaren från trapphuset med branddörr. Det är därför mycket viktigt att dörren är stängd. Samtliga omslutande ytor är av betong, och takhöjden är genomgående cirka 1,80m. Källaren är inte sprinklad. Den enda utrymningsvägen är genom personaltrapphuset. Källaren behandlas inte i rapporten då den är avskild samt att det endast är personal som befinner sig där.

#### 2.2.2 Våning ett

På våning ett finns restaurang med kök och bar samt entré med tillhörande garderob. Restaurangen har plats för 90 sittande vid speciella tillfällen, dock är det då väldigt trångt och normalt är det 75 sittande gäster fördelade på den cirka 100m<sup>2</sup> stora restaurangen.

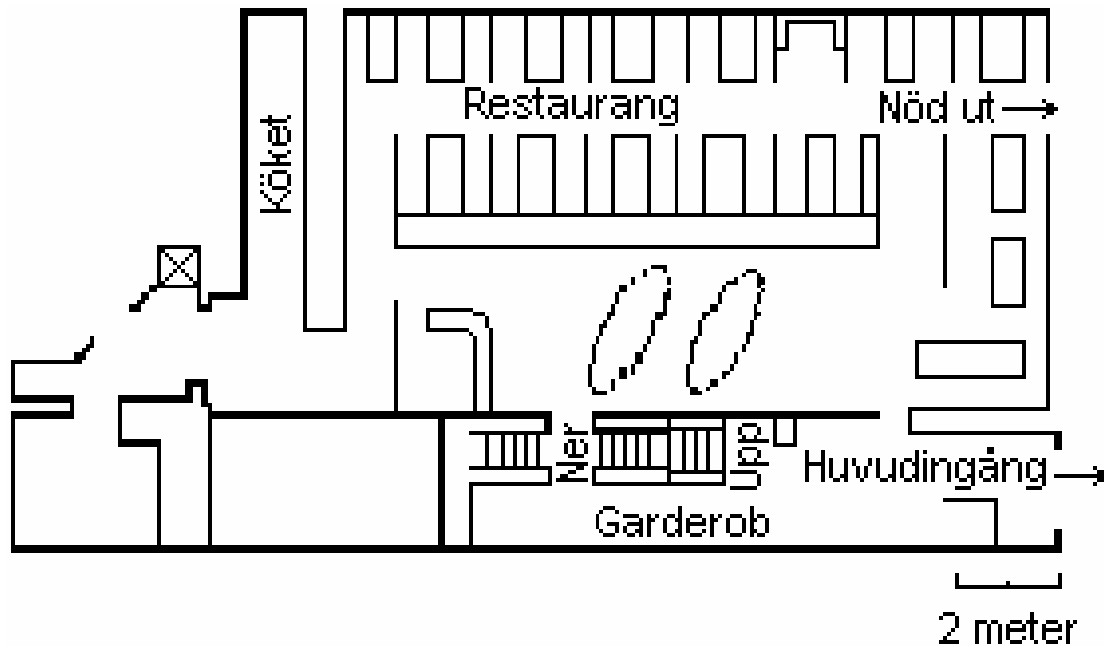


Bild 2.1 Cadrörelning över första våningen

Golvet är av sten och väggarna är av tegel. I restaurangdelen finns det ett spjälrat innertak av plåt på 3m höjd över golvet. Den verkliga takhöjden är totalt 4,1m.

Det finns två utrymningsvägar från restaurangen, en leder direkt ut i det fria och den andra leder ut till garderoben, utrymningsvägarna är 1,0m respektive 0,8m breda. Garderoben är nio meter lång och kläderna hängs i två "våningar". Golvmaterialet i garderoben är sten med mattor ovanpå, här är takhöjden 4,1m. Utrymningsvägen är genom huvudingången och har bredden 1,1m. Trappan upp till våning två och tre är belägen bredvid garderoben. Bredvid garderoben finns även trappor ner till toalettutrymmen.

### 2.2.3 Våning två

Den andra våningen är av nattklubbskaraktär med en yta på är drygt 100m<sup>2</sup> i en öppen planlösning. När det är fullsatt befinner det sig cirka 150 personer på denna våning<sup>1</sup>.

Lokalen har en takhöjd på 2,5m till ett förhållandevis tätt innertak av betong. Samtliga väggar är av tegel och golven är av trä.

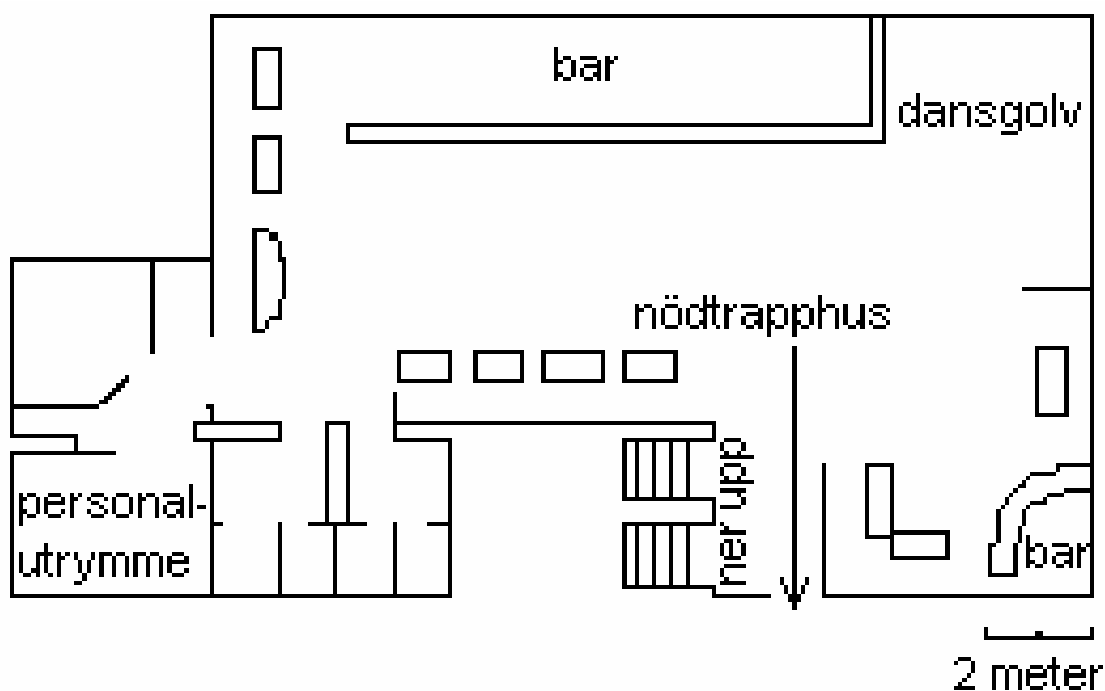


Bild 2.2 Cadritning över andra våningen

Längs den ena långsidan finns en större bar med discjockeybås och i ett av hörnen finns en mindre bar. I övrigt finns det ett dansgolv på cirka 20 m<sup>2</sup>, spelbord, sittplatser längs väggarna samt toaletter. Längst bak i lokalen finns personalutrymmen med bland annat diskrum och utgång till personaltrapphuset. Det finns två utrymningsvägar från våning tre. Trappan ner mot entrén som är 1,18m bred samt en 1,2m bred nödutgång till den angränsande fastigheten.

### 2.2.4 Våning tre

På våning tre finns champagnebar med dansgolv, bar, spelbord och toaletter. Här finns även en avdelning om cirka 30 m<sup>2</sup> med soffor, pallar och bord för cirka 40 gäster. När det är fullsatt

<sup>1</sup> Fredholm, Johan, Säkerhetsansvarig Le Cardinal

befinner sig cirka 150 personer på denna våning<sup>2</sup>. I personalutrymmet längst bak finns ett kontor med förvaringsutrymmen samt åtkomst till trapphuset för personalen. Våningens yta är 116m<sup>2</sup> och har en takhöjd på 2,6m.

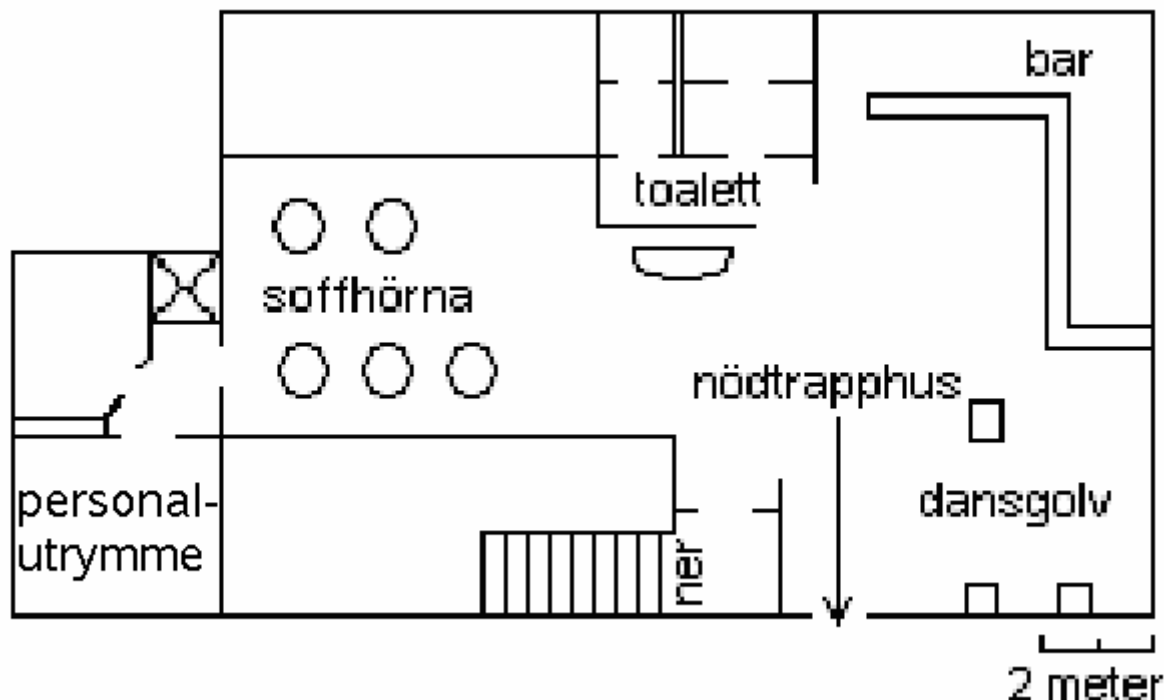


Bild 2.3 Cadrirning över tredje våningen

På våning tre är golvet gjort av trä, väggarna av tegel och taket är gjort av betong. I soffhörnet är golvet täckt med heltäckningsmattor och på väggarna hänger det draperier som enligt information är flamskyddade.

Det finns två utrymningsvägar från våning tre, trappan ner mot våning två som har en bredd på 1,14m samt en 1,2m bred nödutgång till den angränsande fastighet.

### 2.2.5 Trapphus

I byggnaden finns det två trapphus samt ett nödtrapphus i angränsande byggnad. Huvudtrappan går från markplan upp till våning tre med avsatser på varje halvplan, trappan är 1,1m bred på smalaste stället vilket blir den dimensionerande bredden. Denna trappa används som en av utrymningsvägarna från våning två och våning tre till markplan. Trapphuset har en röklucka med måtten 0,7\*0,7m som öppnas automatiskt vid aktivering av branddetektorerna.

Det andra trapphuset är en spiraltrappa endast för personal som sammanbinder samtliga våningar. Materialet i trapphusets tak och väggar är betong. Trappan är en väldigt smal spiraltrappa som är besvärlig att gå i. Denna förbinds med lokalen via utrymmen som endast personal använder och används inte som utrymningsväg.

Det tredje trapphuset är en utrymningsväg som tillkom i samband med ombyggnaden 1984, då detta var ett krav för att Le Cardinal skulle få ta in fler gäster. Från våning två och våning tre går det att ta sig ut i det fria via detta trapphus. Dörrarna in i trapphuset är 1,2m breda med en fri väg

<sup>2</sup> Fredholm, Johan, Säkerhetsansvarig Le Cardinal

på 1,12m. Trappans bredd är 1,4m. Trapphuset är försatt med en röklucka med måtten 0,7\*0,7m som öppnas automatiskt när branddetektorerna aktiveras.

## 2.3 Nuvarande brandskydd

### 2.3.1 Aktiva system

#### 2.3.1.1 Sprinkler

Sprinkler är monterade i samtliga lokaler utom källaren. Aktiveringstemperaturen konstaterades vara 68°C och RTI-värdet varierar, grovt uppskattat, från 50 till 150(ms)<sup>0,5</sup>. Placeringen av sprinkler med olika RTI-värde följer inget mönster utan defekta sprinklerhuvuden tycks snarare bytts ut mot nyare efter behov. Sprinklernas placering kan ifrågasättas på vissa platser, till exempel de som är placerade i balkar cirka 0,25m under undertaket. Detta gör att de inte kommer träffas av en direkt "ceilingjet" utan brandgaslagret kommer behöva sjunka ner till denna nivå eller så måste bulben träffas av själva brandgasplymen för att sprinklern ska aktiveras.

Ett annat problem som är svårt att korrigera är att innertaket i restaurangen består av plåtribbor. Mellan innertaket och det riktiga taket är det cirka 1,1m så det är en stor risk att en del av brandgaserna kommer att gå upp i mellanrummet mellan taket och innertaket, detta kan i oturliga fall fördröja aktivering av sprinklern.

Det finns också ett praktexempel på hur en sprinkler inte skall placeras, bland annat i baren där det bara gjorts ett hål i innertaket så att sprinklerhuvudet blir inbyggd (se bild 2.4). Detta resulterar i en mycket dålig verkan då vattnet kommer att rinna rakt ner.



Bild 2.4 Sprinkler inbyggd i innertak

#### 2.3.1.2 Branddetektorer

Vid granskning av befintliga branddetektorer bestämdes de till typen joniserande rökdetektorer. Detta anses vara ett förhållandevis bra val av detektor. Det kommer i samtliga fall vara flambränder som kommer generera "färska" brandgaser vilket är bra för denna typ av detektor. Det som talar mot, är att i samtliga brandfall kommer det bli väldigt sotiga produkter på grund av att det är plastbaserade material.

#### 2.3.1.3 Brandgasventilation

Trapphuset samt nödtrapphuset är utrustade med brandgasluckor som är 0,7\*0,7m stora. Brandgasluckorna öppnas efter signal från rökdetektorerna.

#### 2.3.1.4 Larmöverföring

Automatisk larmning av räddningstjänsten sker endast vid tryckfall i sprinklercentralen.

#### 2.3.1.5 Utrymningslarm

Utrymningslarmet aktiveras genom knapptryckning. Knapparna sitter lättåtkomliga i barerna på våning två och tre. Vid aktivering av utrymningslarmet bryts strömmen till musiken och en siren aktiveras.

#### 2.3.1.6 Brandredskap

De handbrandsläckare som finns ute i de publika lokalerna var skumsläckare. De finns två handbrandsläckare på undervåningen och en på de två övriga våningarna. Brandsläckarna är i samtliga fall placerade i anslutning till platser där personal uppehåller sig, till exempel i barerna och i garderoben. I diskutrymmet på andra våningen finns en skumsläckare och i köket på första våningen finns både en kolsyresläckare och en brandfilt.

#### 2.3.2 Passiva system

Byggnaden är byggd i en och samma brandcell, detta har tydliga nackdelar då brandgasspridning beaktas. Detta kommer i sin tur att påverka utrymningsmöjligheterna (se kap 4).



### 3 BBR-jämförelse

När en byggnad uppförs skall den dimensioneras efter de regler som gäller vid just den tidpunkten. Normalt krävs inte att objektet skall uppdateras efterhand som reglerna ändras men om en omfattande ombyggnad sker måste byggnaden godkännas för de senaste reglerna. Reglerna som styr brandskyddet finns i BBR (Boverkets Byggregler) och ger förslag för hur en brandteknisk dimensionering kan utformas. BBR nämner två olika sätt för att dimensionera brandskydd, schablonmetoden och analytisk dimensionering. Hela denna rapport är ett exempel på en analytisk dimensionering, medan schablonmetoden bygger på rådtexter till BBR.

Le Cardinal är byggt i slutet av 1800-talet och ombyggt 1984. Det finns därför inga krav på att dimensioneringen skall vara utförd efter de senaste reglerna. Det kan ändå vara befogat att jämföra byggnadens nuvarande brandskydd med en schablondimensionering enligt de regler som gäller för nybyggnation. Jämförelsen ger en fingervisning om vilka svagheter som finns och kan ge exempel på detaljer som bör åtgärdas.

Grundkravet gällande utrymning vid brand är att det skall finnas två av varandra oberoende utrymningsvägar. Detta krav uppfylls på alla våningarna men utrymningsvägarna på våning två och tre är placerade väldigt nära varandra. Detta ger problem då gångavståndet till utrymningsvägen skall beräknas.

Gångavståndet till närmaste utrymningsväg i en danslokal med alkoholserving skall vara mindre än 15 meter. Detta krav uppfylls inte på våning två och tre på grund av utrymningsvägarnas placering. Den sammanfallande gångsträckan blir stor. Gångavståndet beräknas genom att den sammanfallande gångsträckan räknas dubbelt och resterande sträcka en gång (se bild 3.1).



**Bild 3.1** Den gemensama sträckan i en utrymningsväg räknas dubbelt.

När det gäller dörrar till eller i en utrymningsväg skall de vara utåtgående i utrymningsriktningen, lätt identifierbara som utgångar samt lätt öppningsbara. Av de fyra dörrar som skall användas vid utrymning är det endast en (entrédörren) som är lätt identifierbar som en utgång. Dörrarna till utrymningstrapphuset är målade i samma färg som omgivande vägg och är inte tillräckligt markerade. Dessa är även försedda med handtag som inte kan anses vara lättmanövrerade. Nödutgången i restaurangen är skyddad och inte alls tillräckligt tydlig. Samtliga utgångar är förknippade med någon slags nivåskillnad (läs: trappsteg) och denna bör antingen markeras eller byggas bort för att underlätta utrymning.

Varje enskild utrymningsväg skall vara minst 1,20 meter och 2,1 meter hög. Kravet uppfylls inte i restaurangen där det finns en dörr som är 1,20 meter bred men en del av väggen täcker dörren så bredden endast blir 1,00 meter.

Utrymningsskyltar skall vara placerade så att det tydligt framgår var utrymningsvägarna är placerade. Detta krav uppfylls överallt utom på våning två. Där finns en skylt som är placerad mellan de båda utrymningsvägarna. I samband med att den ena utrymningsvägen är svår att identifiera kan det uppfattas som att endast en utrymningsväg finns.

Jämförelsen med schablonmetoden ger ett antal områden som kan förbättras och dessa åtgärder kommer senare att tas upp under rubriken "Åtgärder".

## 4 Utrymning

### 4.1 Kritiska förhållanden

#### 4.1.1 Allmänt

I denna rapport behandlas endast personsäkerheten. Målet är att alla personer skall hinna utrymma byggnaden innan kritiska förhållanden uppstår. Att kritiska förhållanden uppstått behöver inte innebära att människor skadas eller omkommer men det innebär att en utrymning inte längre kan ske under acceptabla förhållanden. En jämförelse mellan tiden till utrymning,  $t_{\text{utrym}}$ , med tiden till kritiska förhållanden,  $t_{\text{krit}}$ , skall naturligtvis visa att  $t_{\text{utrym}} < t_{\text{krit}}$  för att målet skall uppnås. För att göra denna jämförelse måste de kritiska förhållandena definieras. De olika kriterierna som beaktas är:

- Temperatur
- Strålning
- Sikt
- Brandgaslagrets höjd
- Toxicitet

#### 4.1.2 Temperatur

Personer under utrymning bör maximalt utsättas för en temperatur<sup>3</sup> på 80°C.

#### 4.1.3 Strålning

Personer under utrymning bör maximalt utsättas för en kortvarig strålning på 10kW/m<sup>2</sup> eller en längre tid med en strålningsintensitet<sup>3</sup> på maximalt 2,5kW/m<sup>2</sup>.

#### 4.1.4 Sikt

Personer under utrymning skall ha en sikt på minst 5m om de befinner sig i brandrummet. Om de befinner sig i ett annat rum skall sikten<sup>3</sup> vara minst 10m.

#### 4.1.5 Brandgaslagrets höjd

Personer under utrymning skall inte störas av brandgasskiktet. Detta uppfylls om höjden mellan golvet och brandgaslagret<sup>3</sup> är minst  $1,6 + 0,1 \cdot H$ , där H= takhöjden i meter.

#### 4.1.6 Toxicitet

Under utrymning krävs det att personer inte utsätts för skadliga doser av giftiga gaser eller för låg syrehalt. De giftiga gaserna som främst beaktas är CO och CO<sub>2</sub>. Gränsvärdena är att CO halten inte skall överstiga 2000ppm och CO<sub>2</sub> halten inte skall överstiga 5 %. O<sub>2</sub>-halten<sup>3</sup> skall alltid vara över 15%.

---

<sup>3</sup> Brandteknik och Brandskyddslaget, Brandskyddshandboken, 2002

## 4.2 Mänskligt beteende vid brand

Att bestämma hur lång tid det tar att utrymma en byggnad är komplicerat. Faktorer som avgör tiden tills en byggnad är utrymd är inte bara hur byggnaden är utformad utan även hur människorna i byggnaden agerar vid en inträffad olycka. Det har gjorts en del studier om mänskliga beteendet vid brand men området är fortfarande relativt outforskat<sup>4</sup>. Dessa studier är främst enkätundersökningar där människor som varit med om en utrymningsituation får svara på en rad frågor. Studierna har gett en bra inblick i hur människor beter sig vid en brand då detta var lätt för personerna att beskriva.

Det finns ett antal faktorer som påverkar människans förmåga att utrymma. Sådana faktorer är till exempel fysiologiska som kön, ålder, hälsa eller psykologiska som att till exempel vilja leta upp sina kompisar först eller hämta ut sin nya jacka.

## 4.3 Utrymningstider

Som nämnts tidigare skall tiden för utrymning vara mindre än tiden till kritiska förhållanden uppstår. För att lättare uppskatta tiden för utrymning kan den delas in i tre delar, varseblivning, beslut och reaktion samt förflyttning. Tiderna ger tillsammans den totala utrymningstiden enligt:

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

### 4.3.1 Varseblivning

Varseblivningstiden är den tid det tar innan en person får reda på att en brand har inträffat. Beskedet kan fås genom observation, larmsignal eller från en annan person som upptäckt branden. Tiden är svår att uppskatta då den beror av flera parametrar, som till exempel att personer kan ha svårt att uppfatta faran om de är funktionsnedsatta, alkoholpåverkade eller befinner sig långt ifrån branden.

### 4.3.2 Reaktionstid och beslut

När en person väl fått information om att en brand inträffat måste personen inse att branden är ett hot och att utrymning är den lämpligaste åtgärden. En vanlig första åtgärd är att informera sig ytterligare om vad som hänt och därefter agera. Agerandet kan bestå av att försöka bekämpa branden, hjälpa och varna andra, rädda egendom eller att inte göra något alls. Samtliga dessa faktorer påverkar reaktionstiden och tiden är därför svår att uppskatta.

### 4.3.3 Förflyttning

Förflyttningstiden är väl dokumenterad och därför relativt lätt att uppskatta. Det finns bra värden på hur fort olika grupper av människor rör sig på plan mark, i trappor och genom öppningar. Datormodeller har tagits fram för att beskriva hur förflyttningen sker och hur lång tid den tar för de olika grupperna.

### 4.3.4 Förutsättningar Simulex

Vid utrymningsberäkningar med Simulex är det svårt att ta hänsyn till att personer är berusade och går långsamt. Det som gjorts är att personernas reaktionstider fördröjts och på så vis fått mer trovärdiga resultat. Personal antas finnas i publika utrymmen och inte i personalutrymmen. Detta

---

<sup>4</sup> Frantzich, Håkan *Tid för utrymning*

är en liten förenkling då de känner lokalerna väl och kommer att kunna utrymma i de flesta situationer.

I Simulex benämns summan av varseblivnings- och reaktionstiden som responstid. Responstiden antas bestå av en mycket kort varseblivningstid i brandrummet då översikten är god i samtliga lokaler. Vidare ansattes varseblivningstiderna i de övriga lokalerna till att vara beroende på hur lång tid det tar innan utrymningslarmet aktiveras. Tiden uppskattades med avseende på att någon i personalen ska upptäcka branden, kontrollera att det verkligen brinner och sedan aktivera utrymningslarmet. Reaktionstiderna antogs vara lite kortare i brandrummet än i de övriga rummen. Dock har tiden korrigeras då personer kan vara alkoholpåverkade och på så sett reagerar lite långsammare. Valda responstider kan ses under rubriken utrymning under respektive scenario.

Fördelningen mellan män och kvinnor har antagits vara jämn. På de två övre våningarna har flera simuleringar gjorts för att få en jämn fördelning mellan utrymningsvägarna då det antas att ingen står och köar när en andra utrymningsväg står öppen utan kö. Responstiden innefattar varseblivningstid samt reaktionstid och antas vara normalfördelad.

Vissa förenklingar har gjorts då svagheter i programmet inte klarar av utrymningsvägar som ligger i nära anslutning till varandra. Detta på grund av att personer inte kan möta varandra på ett normalt vis i programmet utan blir stående mitt emot varandra.



## 5 Beräkningshjälpmedel

### 5.1 ARGOS

För beräkning av brandgasernas temperatur, strålning, optisk densitet och höjd från golvet användes zonmodellen ARGOS<sup>5</sup> 4.4. Det är en tvåzonsmodell som Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut utvecklat. Programmet bygger på McCaffreys plymekvationer.

Många av de värden som fås vid simulering kan vara mycket viktiga för att säkerställa om kritiska förhållanden uppkommer innan personer hunnit lämna rummet. Programmet användes vid de fall där det kunde antas att en tvåzonsmodell skulle fungera och ge trovärdiga resultat. ARGOS har valts att användas istället för alternativet CFAST då ARGOS är betydligt mer lättanvänt. Fördelen med att använda en tvåzonsmodell i jämförelse med ett CFD-program är att det går snabbt att simulera, på så vis ges möjligheten att simulera många olika fall så att en bra känslighetsanalys kan göras.

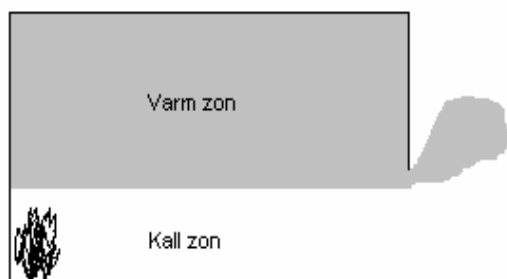


Bild 5.1 Bild över en tvåzonsskiktning

### 5.2 FDS

För beräkning av brandgasernas temperatur, strålning, flöden och höjd från golv i komplexa och stora geometrier kan med fördel en CFD-modell (Computational Fluid Dynamics) användas. Den största skillnaden mellan en CFD-modell och en tvåzonsmodell är att CFD-modellen delar in rummet i många små delvolymmer som den sedan löser kontinuitetsekvationerna för massa, energi, rörelsemängd samt kemisk sammansättning. Detta till skillnad från en tvåzonsmodell som delar rummet i ett övre och ett undre lager. I rapporten används FDS 3.1<sup>6</sup> (Fire Dynamics Simulator). Det är en CFD-modell som NIST (National Institute of Standards and Technology) har tagit fram, det är ett gratisprogram som finns att hämta på NISTs hemsida. I ett av fallen, garderobsbranden, blir brandgasspridningen för komplex för att en tvåzonsmodell skall kunna ge några bra värden. CFD-modellen har en del problem i att den bland annat kräver mycket datorkraft och är känslig för olika gridstorlekar.

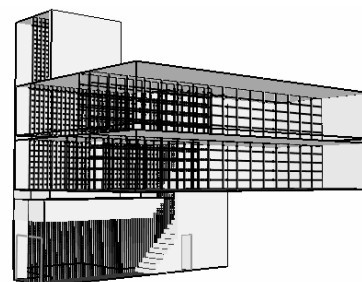


Bild 5.2 Grid-nät i en FDS modell

### 5.3 Simulex

För beräkning av tid för utrymning användes utrymningsprogrammet Simulex 11.1.3. Här används planritningar i cadformat som sedan länkas samman och på så vis kan flera våningar utrymmas beroende av varandra. De indata som väljs är gånghastighet, specificerad utrymningsväg samt responstid. Responstiden är en sammanlagd tid bestående av varseblivning och reaktion- och beslutstid.

<sup>5</sup> Husted, Bjarne, Doktorand, Brandteknik

<sup>6</sup> FDS User's Guide (Version3), NISTIR 6784, 2002 edition

Vid simulering beräknas utrymningen och personflödet genom dörrar. Typiska värden hamnar mellan 1.1 till 1.4 personer per meter dörrbredd och sekund<sup>7</sup>.

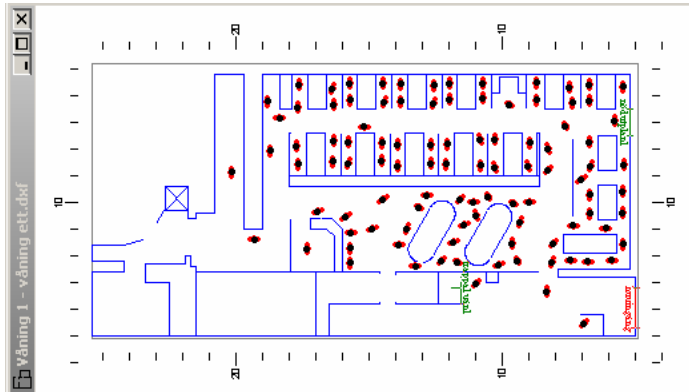


Bild 5.3 Personer utplacerade i caddritning i programmet SIMULEX

Vid start av simulering kan rummet se ut som ovan med personer utplacerade på olika platser. Personerna ges olika egenskaper som gånghastighet och responstid.

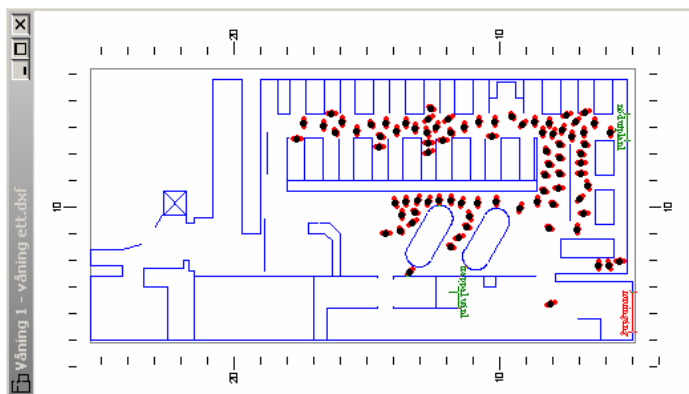


Bild 5.4 Vid simulering syns tydligt var problem i form av flaskhalsar bildas

Vid simulering syns tydligt var problem uppstår vid utrymning, främst i form av bildning av så kallade "flaskhalsar" där fler personer vill ut än vad som är möjligt (se bild 5.4), detta förlänger den totala utrymningstiden.

## 5.4 Detact-T2

Detact-T2 är ett program utvecklat av amerikanska NIST (National Institute for Standards and Technology), programmet ingår i en serie av program under samlingsnamnet FAST. Detact-T2 beräknar aktiveringstiden för olika typer av termiska detektorer placerade i taket i ett brandrum. Programmet kan användas för värmedetektorer, differentialvärmedetektorer samt sprinklerbulber med förbehållet att effektutvecklingen kan beskrivas med en  $\alpha^2$ -kurva. Programmet bygger på antagandet att detektorerna är placerade under ett slätt tak samt antagandet att detektorerna endast värms av gasflödet, det vill säga inget rökgaslager byggs upp under simuleringstiden. Programmet kräver indata som omgivningens temperatur, takhöjd, termisk tröghet (RTI) och ger utdata i form av aktiveringstid samt effektutveckling vid tidpunkten för aktivering.

<sup>7</sup> Frantzych, Håkan Användarmanual för simulex ver. 1.1

## 6 Scenariobeskrivning

### 6.1 Tänkbara Scenarier

Vid besöket observerades ett antal potentiella brandscenarier som sedan konsekvensbedömdes. Bedömningen grundades i diskussioner och jämfördes sedan med statistik för att få fram de mest intressanta scenarierna ur personsäkerhetssynpunkt.

#### 6.1.1 Våning ett

1. **Brand i köket.** Olja överhettas i fritösen och antänds. Då kökspersonal ofta vet att de skall släcka sådana bränder via avskiljning och att det finns en CO<sub>2</sub>-släckare i nära anslutning så avgränsas denna brand snart då avsaknaden av andra brännbara föremål är stor. Säkerhetsansvarige Johan Fredholm bekräftade dessa uppgifter och påpekade att brandfilten används ganska ofta och får bytas ut kontinuerligt. Detta överensstämmer även med räddningsverkets statistik<sup>8</sup> där nästan en tredjedel av bränderna startas i köken.
2. **Brand i restaurang.** Ett väldigt ljus antänder duk och soffa vid ett hörnbord, branden har här stora möjligheter att spridas med tanke på att det finns mycket brännbart material i form av dukar, stolar och gardiner. Skadan kan här också antas bli förhållandevis stor då en utrymningsväg kan komma att bli obrukbar. Statistik<sup>8</sup> visar att var nionde brand startas i samlingslokaler och att många startorsaker är okända.
3. **Brand i garderob.** Kläder i garderoben antänds och branden växer snabbt och blir stor då det finns mycket stor tillgång till bränsle. Branden är även kritisk placerad eftersom stor risk föreligger att huvudutgången blir obrukbar. Branden kan antingen vara anlagd eller av olyckshändelse, då dessa är högt representerade enligt statistik<sup>8</sup>.
4. **Brand i städskrubb vid toaletterna.** Här fanns lite saker lagrade i form av kläder och några flaskor brandfarliga vätskor. Om det börjar brinna här är risken stor att den enda utrymningsvägen från toaletten blir avspärrad. Däremot är sannolikheten att det börjar brinna minimal och kräver egentligen direkt antändning det vill säga sabotage.

#### 6.1.2 Våning två

1. **Brand på toaletten.** Branden startar när någon röker och fimpar i papperskorgen inne på toaletten på andra våningen. I papperskorgen kan antas finnas ganska små mängder papper. Annars kan toaletten anses så gott som obrännbar då det endast är sten- och metallmaterial.
2. **Brand i bar.** En spritflaska går sönder och antänds. Detta kan leda till ett häftigt brandförlopp men kan i stort sett bara uppkomma om någon väljer att kasta in något bland flaskorna och därefter tänder på.
3. **Brand i diskrum.** I avsaknad på stora mängder brännbart material och att branden inte kommer att störa någon utrymningsväg anses risken för personskador små.

---

<sup>8</sup> Statistik över bränder i Restauranger/danslokaler Räddningsverket 1996-2002

4. **Brand i elektronik.** Detta kan antingen ske i diskrum eller vid discjockeybåset i baren. Enligt statistik<sup>9</sup> är brand i elektronik vanlig. Däremot kan konsekvenserna anses låga då utrymmena alltid är bemannade och att det finns brandsläckare i båda utrymmena.

### 6.1.3 Våning tre

1. **Brand i soffor.** Vid besöket fastslogs att sofforna är klädda med ett flämskyddat tyg. Detta gör att det krävs att någon tänder på med tändare eller med hjälp av sprit eller liknande får sofforna att börja brinna. Detta är inte helt otroligt då statistik<sup>9</sup> säger att nästan en sjättedel av bränderna är anlagda. När antändning väl skett brinner sofforna bra och risken för spridning mellan sofforna är stor då de står förhållandevis nära varandra och brinner med stor effekt. Polyuretanskum producerar stor mängd sotiga brandgaser vilket kommer försvåra utrymningen och konsekvensen riskerar att bli stor.
2. **Brand i bokhylla.** Böcker antänds och brandutvecklingen går snabbt, det föreligger en risk att det sprider sig till den andra bokhyllan. Annars är tillgången av annat brännbart material liten och konsekvenserna blir relativt små då det brinner på ganska öppna ytor och de båda utrymningsvägarna förblir användbara trots branden.

## 6.2 Risktabell för scenarier

| Scenario                       | Sannolikhet | Konsekvens | Produkt   |
|--------------------------------|-------------|------------|-----------|
| <b>1: våningen</b>             |             |            |           |
| Brand i köket                  | 3           | 1          | 3         |
| Brand i restaurangen           | 2           | 3          | <b>6</b>  |
| Brand i garderoben             | 2           | 5          | <b>10</b> |
| Brand i städförråd vid toalett | 1           | 3          | 3         |
| <b>2:a våningen</b>            |             |            |           |
| Brand på toalett               | 4           | 1          | 4         |
| Brand i bar                    | 1           | 3          | 3         |
| Brand i diskrum                | 1           | 2          | 2         |
| Brand i elektronik             | 3           | 1          | 3         |
| <b>3:e våningen</b>            |             |            |           |
| Brand i soffor                 | 2           | 4          | <b>8</b>  |
| Brand i bokhylla               | 2           | 2          | 4         |

**Tabell 6.1**  
Risktabell för de olika brandscenarierna där skalan är 1-5. De feta siffrorna visar de valda scenarierna

### 6.2.1 Valda scenarier

Utfallet blev som publicerat i tabellen ovan, två fall på undervåningen och ett fall på tredje våningen. Det som avgjorde om det blev ett intressant fall var om produkten av sannolikheten och konsekvensen var hög, det vill säga om det var ett fall med hög risk.

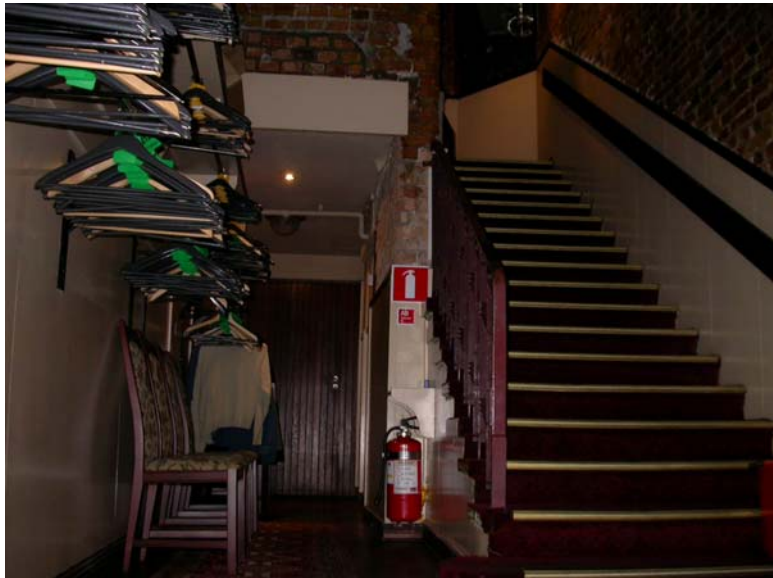
<sup>9</sup> Statistik över bränder i Restauranger/danslokaler Räddningsverket 1996-2002

## 7 Garderobsbranden

### 7.1 Beskrivning

När Le Cardinal har tagit in maximalt antal besökare förvaras cirka 400 ytterplagg i garderoben som är belägen i direkt anslutning till huvudutgången och trapphuset. Plaggen lagras i två "våningar" ovanpå varandra, något som gör att brandspridningen kan komma att bli mycket snabb. Det antas att ett plagg eller en väska antänds av någon anledning och att branden snabbt sprider sig till andra plagg.

Området runt garderoben är i princip alltid bemannat och det är därför egentligen inte särskilt troligt att branden tillåts utvecklas till fullo. Scenariot är dock intressant på grund av sin otacksamma placering i anslutning till den viktigaste utrymningsvägen. Det är också intressant att se hur brandgas-spridningen påverkar utgången till nödtrapphuset. Risken anses stor att brandgaser från undervåningen kommer att göra det omöjligt att utrymma genom de alternativa utrymningsvägarna på våning två och tre.



**Bild 7.1** Garderoben är placerad precis vid en utrymningsväg

Scenariot understryker även vikten av att personal har erforderlig utbildning på användning av brandbekämpningsutrustning samt visar gästerna vägen till utrymningsvägarna.

### 7.2 Dimensionerande brand

Bränslet i garderoben består av kläder och väskor. Det har antagits att klädernas och väskornas förbränning kan approximeras med en polyuretanbrand. Detta antagande kan stärkas då polyuretan brinner med kraftig sotutveckling och med betydande strålningsförluster. Siffrorna har jämförts med ett medelvärde av en brand bestående av lika delar bomull, polyester och nylon. En sådan brand kan antas ha en förbränningsentalpi i storleksordningen 26MJ/kg. Polyuretan har en förbränningsentalpi på 21,5MJ/kg, så antagandet är lätt konservativt, mer brandgaser och sot kommer att bildas i simulationen med polyuretan än om medelvärde används för de ingående textilierna.

Den dimensionerande branden utvecklas som en  $\alpha^2$ -brand med en maximal effekt på 6MW.  $\alpha$ -värdet för branden är uppskattat till 0,2kW/s<sup>2</sup> vilket kan uppfattas hög. Brandförsök<sup>10</sup> i ytterplagg (se bilaga 22) visar att tillväxthastigheten är mycket snabb och  $\alpha$ -värdet i försöket stämmer väl överens med vårt antagna värde. Detta representerar det "värsta tänkbara fallet" då

<sup>10</sup> Johansson, Björn, Resultat från garderobsbrand 2003-10-03

garderober är full, 400 jackor. Under tillväxtfasen antas 20% av kläderna brinna upp. Därefter antas branden fortgå på max effekt tills 50% av jackorna brunnit upp, då börjar branden avta. Dock är det bara de första 5 minuterna som är intressanta då det gäller utrymning och därför beaktas inte fasen då branden avtar.

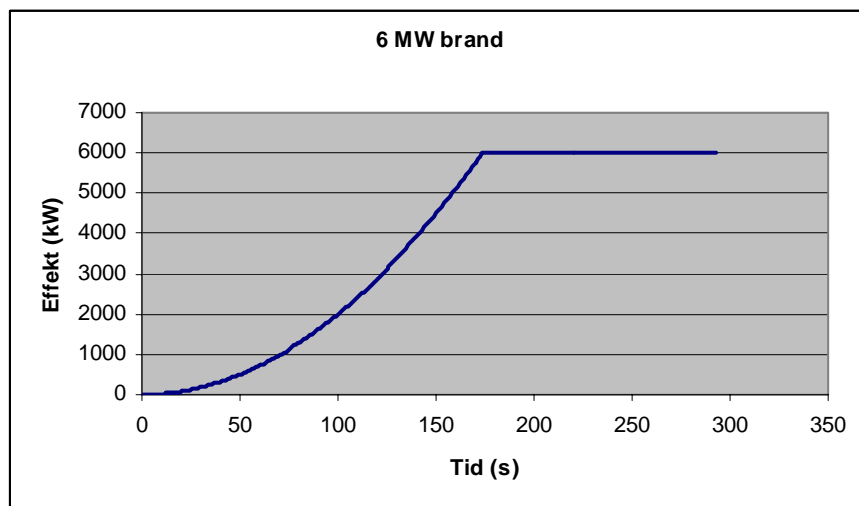


Diagram 7.1 Effektkurva för den dimensionerande branden i garderoben

### 7.3 Handberäkningar

Anledningen till att FDS-modelleringen valdes är att brandens placering och byggnadens komplexa geometri gör att tillförlitliga värden vid en tvåzonsmodellering inte kan fås. Detta föranleder beslutet att inte göra några handberäkningar då dessa inte kommer att kunna ge några bra värden. Resultatet som söktes var om brandgasernas strömning på andra och tredje våningen kommer att störa en eventuell utrymning.

### 7.4 Utrymning

Vid en brand i garderoben kommer brandgasspridning ske via trappan till andra våningen där båda utrymningsvägarna från denna våning sammanfaller. I detta fall kommer utrymning från denna våning omöjliggöras om inte brandgasspridningen förhindras. Vid denna brand är det viktigt att ge förslag på förbättringar som gör utrymning möjlig. Simuleringar har gjorts för fallen före och efter förbättringarna är gjorda. Förbättringarna som avses är brandgashindrande åtgärder (se kapitel 7.8). Responstiderna valdes enligt tabellerna nedan.

| Våning | Antal personer | Responstid (s) | Standardavvikelse (s) |
|--------|----------------|----------------|-----------------------|
| 1      | 100            | 60             | 20                    |
| 2      | 150            | 50             | 30                    |
| 3      | 150            | 70             | 10                    |

Tabell 7.1 Vald responstid med standardavvikelse före åtgärderna är gjorda.

| Våning | Antal personer | Responstid (s) | Standardavvikelse (s) |
|--------|----------------|----------------|-----------------------|
| 1      | 100            | 60             | 20                    |
| 2      | 150            | 120            | 30                    |
| 3      | 150            | 150            | 30                    |

Tabell 7.2 Vald responstid med standardavvikelse efter åtgärderna är gjorda.

## 7.5 Kritisk tid

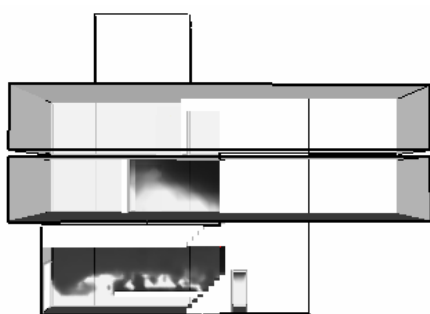
Det första kriteriet på kritiska förhållanden som uppstår är att sikten blir sämre än tio meter. Sikten på de olika våningarna försämras fort på grund av polyuretanets höga sotproduktion. Eftersom det inte är en tvåzonsmodell fås värdena i en punkt istället för ett plan. Värdena är tagna på kritiska brandgasnivån (1,85m), precis vid nödutgångarna, på andra respektive tredje våningen. Tiden till kritiska förhållanden är 45 sekunder på andra våningen samt 95 sekunder på tredje våningen (se bilaga 20.1). Tabell 7.3 och 7.4 visar resultat från FDS och Simulex före och efter brandgashindrande åtgärder är gjorda.

| Våning | Utrymningstid (s) | Tid till kritiska förhållanden (s) | Antal personer utsatta för kritiska förhållanden |
|--------|-------------------|------------------------------------|--|
| 1      | 130               | >150                               | 0  |
| 2      | -                 | 45                                 | 112  |
| 3      | -                 | 95                                 | 145  |

**Tabell 7.3** Resultat från Simulex och FDS visar att stor del av gästerna utsätts för kritiska förhållanden, vid eventuell brand, innan åtgärderna är gjorda.

| Våning | Utrymningstid (s) | Tid till kritiska förhållanden (s) | Antal personer utsatta för kritiska förhållanden |
|--------|-------------------|------------------------------------|--|
| 1      | 130               | >150                               | 0  |
| 2      | 350               | -                                  | 0  |
| 3      | 255               | -                                  | 0  |

**Tabell 7.4** Resultat visar att om åtgärderna vidtas kommer inga gäster utsättas för kritiska förhållanden vid eventuell brand.



**Bild 7.2** Det svarta som syns mot väggarna är då sikten är för dålig för att utrymning skall ske tillfredsställande. Bilden är tagen efter 48 sekunder, d.v.s. direkt efter kritiska förhållanden har uppstått på andra våningen.



**Bild 7.3** Det svarta som syns mot väggarna är då sikten är för dålig för att utrymning skall ske tillfredsställande. Bilden är tagen efter 96 sekunder, d.v.s. direkt efter kritiska förhållanden har uppstått på tredje våningen.

## 7.6 Känslighetsanalys

En rad faktorer har varierats (se bilaga 20.4) för att se var de största osäkerheterna finns. När det gäller sprinklersystemet provades sprinkler med två olika RTI-värden, 148 och 50(ms)<sup>0.5</sup>. Detta gav endast marginell skillnad på tiden tills kritiska förhållanden uppstod på våning tre. På våning två gav det ingen skillnad då kritiska förhållanden uppstår innan sprinklern aktiverats i båda

fallen. En verifiering av sprinkleraktiveringen utfördes i detact-T2(bilaga 20.3). Den maximala effektutvecklingen sattes i en simulering ner till 1MW för att simulera ett fall där garderoben inte är full. Det skilde då endast ett par sekunder tills kritiska förhållanden uppstod jämfört med den dimensionerande branden. Detta beror på att kritiska förhållanden uppkommer under tillväxtfasen av branden. Samma sak gäller om rökluckorna är öppna respektive stängda.

$\alpha$  -värdet har också varierats, ett fall med  $\alpha=0,20\text{kW/s}^2$  (experimentellt värde; se kapitel 7.2) och ett fall med  $\alpha=0,047\text{kW/s}^2$ (fast tillväxthastighet) har simulerats. Här blev skillnaden 20 sekunder på våning två och 30 sekunder på våning tre. Dock är tiden tills kritiska förhållanden uppstår fortfarande mindre än tiden det tar att utrymma de olika våningarna.

FDS-simuleringar måste verifieras för att visa att effektutvecklingen, sikten och temperaturen är oberoende av gridstorleken (se bilaga 20.4.4). Resultatet från verifieringarna är tillfredställande.

## 7.7 Diskussion

Problemet som uppstår är att brandgaserna snabbt förhindrar utrymning från både våning två och tre. Att det går så fort beror på att sotproduktionen från materialet är stor (0,1kg/kg) och att volymen som brandgaserna ansamlas i är liten. Problemet förvärras av att taket i garderoben är format som en huv där merparten av brandgaserna söker sig upp i trapphuset. Möjligheterna att ta sig ut från våning två och tre är begränsade på så sätt att båda utrymningsvägarna är placerade bredvid varandra, så om huvudutgången på dessa våningarna blockeras av rök gör även nödutgången det.

Olika faktorer har varierats i simuleringarna och ger upphov till olika resultat men oavsett vilka faktorer som varierats kvarstår det faktum att utrymningstiden i samtliga simuleringar varit längre än tiden tills kritiska förhållanden uppstår.

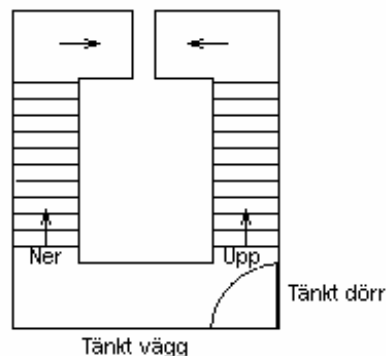
Det är viktigt att poängtera att utrymningsvägarnas längd inte är avgörande för att personer inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppkommer. Det mest betydande problemet är bristen av brandgashindrande åtgärder vilket tillåter att brandgaserna sprider sig fritt till de två ovanliggande våningarna.

För att utreda hur förbättringarna påverkar möjligheterna till utrymning gjordes en simulering där trapphuset byggts om enligt förslaget under kapitel 7.8. Simulering har främst utförts för att utreda hur personer på våning ett påverkas av branden. Det är oklart hur mycket brandgaser som kommer läcka in till restaurangen när brandgasspridningen uppåt är begränsad. Förutsättningarna för simuleringen är i princip likadana som i det dimensionerande brandfallet. Skillnaden är att restaurangdelen även beaktas, samt att rökgasluckan i det inre trapphuset används. I restaurangen kommer kritiska förhållanden inte uppstå inom 150 sekunder(se bilaga 20.2) om de föreslagna förbättringarna utförs. Utrymningen sker som i kapitel 7.4 och 7.5 där resultatet visar att det tar 130 sekunder att utrymma. På de två övre våningarna kommer kritiska förhållanden inte att uppstå. Resultaten från de simuleringarna visar att ingen utsätts för kritiska förhållanden efter det att föreslagna åtgärder är gjorda.

## 7.8 Förslag till förbättringar

Enligt resultat från simulering kommer nästan alla personer på andra våningen i dagsläget exponeras för kritiska förhållanden. Något måste göras för att detta skall förhindras. Nedan anges ett förslag som skulle åtgärda problemet.

- En vägg byggs på andra våningen så att det blir som det är på tredje våningen (se bild 7.4). På så sätt skapas ett avskilt trapphus. Mellan trapphuset och våningarna två och tre installeras en tät dörr som är uppställd med magnetlås. Magnetlåset skall vara kopplat till en rökdetektor som monteras rakt ovanför garderoben. I dörren skall det finnas ett glas så det går att se om det finns brandgaser på andra sidan.



**Bild 7.4**  
Förslag till  
förbättring

- Utrymningsskyltar skall placeras så att folk uppmanas till att använda de båda utrymningsvägarna som ligger i mycket nära anslutning till varandra
- En utrymningsskylt av blixtljustyp (se bild 7.5) bör installeras för att göra de alternativa utrymningsvägarna på våning två och tre mer attraktiva och styra personer mot dessa.
- Då nödutgångarna på våning två och tre (se bild 7.6) har samma färg som omgivande väggar syns de inte så tydligt. Dörrarna skall därför målas om för att göra de mer synliga och attraktiva.
- Samtliga nödutgångars öppningsmekanismer bör bytas till ett moderna lättöppnade beslag istället för den spanjulettmodell som sitter där idag.



**Bild 7.5** Utrymningsskylt med blixtljus ( Foto: Håkan Frantzich)

**Bild 7.6** Utrymningsväg som är oattraktiv då den har samma färg och mönster som närliggande vägg





## 8 Restaurangbranden

### 8.1 Beskrivning

Detta scenario baseras på händelsen att ett levande ljus faller ner på en sittdyna vid ett bord i ena hörnet av restaurangen, varvid sittdyna och ryggstöd antänds. Om branden tillåts fortgå kan effektutvecklingen bli ganska stor då spridningsrisken till närliggande soffa får anses stor. Största anledningen till att detta scenario valts är brandens ogynnsamma placering, som gör att utrymning via ingången till restaurangen blir omöjlig. Andra problem som kan uppstå är om den alternativa utrymningsvägen ej används, även om det vore möjligt, då denna är dåligt markerad, svåröppnad och dessutom delvis blockerad av ett hopfällbart bord.

Scenariot bör ge en fingervisning om tiden till kritiska förhållanden i restaurangen och entrén. Här bör även funktionen kontrolleras hos de sprinkler som är placerade i restaurangen. Kommer de överhuvudtaget att aktiveras med tanke på deras ogynnsamma placering?

### 8.2 Dimensionerande brand

Föremålen vid brand approximerades till en träramssoffa med stoppning<sup>11</sup>. Därefter uppskattas spridningshastigheten mellan sofforna. Spridningshastigheten uppskattades genom antagandet att när en soffa nått sin maxeffekt antänds närliggande soffa. Med detta som bakgrund beräknades ett  $\alpha$ -värde till  $0,0034 \text{KW/s}^2$  vilket i sin tur ledde till en effektkurva för den dimensionerande branden vid simuleringar i ARGOS. Kurvan är gjord för 25 minuter men det är bara de första 5 minuterna som är intressanta i beräkningarna då alla personer kommer att vara utrymda inom denna tidsrymd.

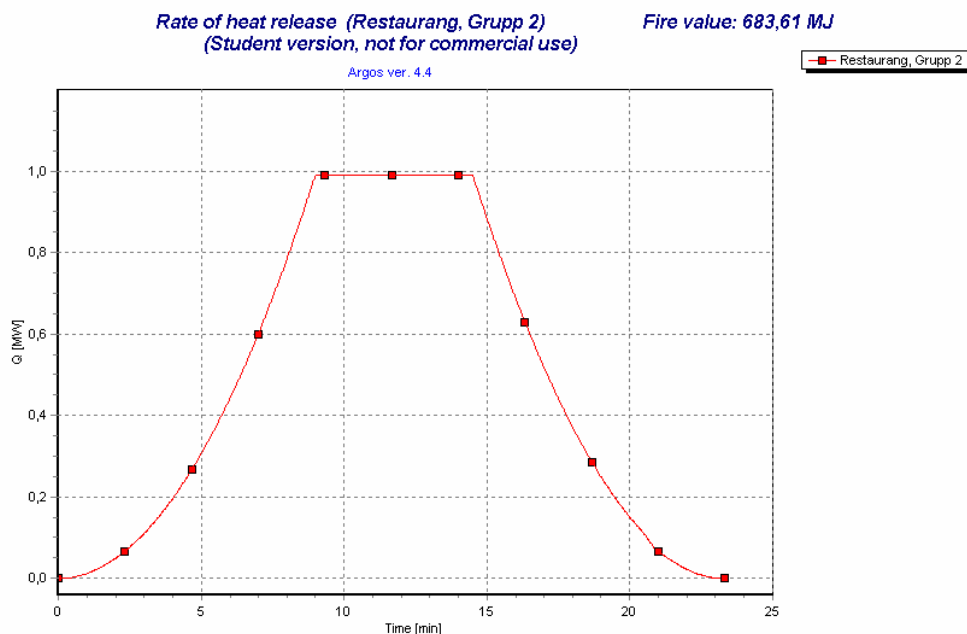


Diagram 8.1 Effektkurva för den dimensionerande branden i Restaurangen

<sup>11</sup> Initial Fires Y5.2/79 (two seat mock-up chair)

Ekvationen som bestämmer tillväxten av branden är  $Q=\alpha t^2$ . När branden har nått sitt maxvärde på 1 MW så brinner branden med konstant värde innan den avtar.

### 8.3 Handberäkningar

Beräkningar har gjorts på optisk densitet eftersom den är dimensionerande för personsäkerheten samt brandgasfyllnad för att se hur väl de stämmer överens med Argos. Handberäkningarna på optiska densiteten<sup>12</sup> (se bilaga 14.1) gav exakt samma tid vilket betyder att programmet ger ett bra resultat. Detta beror sannolikt på att programmet använder samma ekvationer.

### 8.4 Utrymning

Branden i restaurangen har placerats vid ingången vilket gör att denna utrymningsväg är blockerad. Detta gör att all utrymning måste ske via nödutgången i restaurangen. Våningarna två och tre spelar i detta fall ingen större roll eftersom deras utrymning inte påverkas av en brand av denna omfattning i restaurangen. De har ändå tagits med i simuleringarna eftersom det är intressant att se hur snabbt det går att utrymma byggnaden samt att de kan påverka varandras utrymning.

Vid besöket uppmärksammades det att översikten över restaurangen är bra. Detta gör att varseblivningen kan antas vara kort men eftersom det är så långsam brandutveckling antas reaktionstiden vara ganska lång då människor inte ser det farliga i branden så snabbt. Tabell 8.1 anger valda responstider med dess standardavvikelse.

| Våning | Antal personer | Responstid (s) | Standardavvikelse (s) |
|--------|----------------|----------------|-----------------------|
| 1      | 100            | 60             | 20                    |
| 2      | 150            | 120            | 30                    |
| 3      | 150            | 120            | 30                    |

Tabell 8.1 Valda responstider och standardavvikelse.

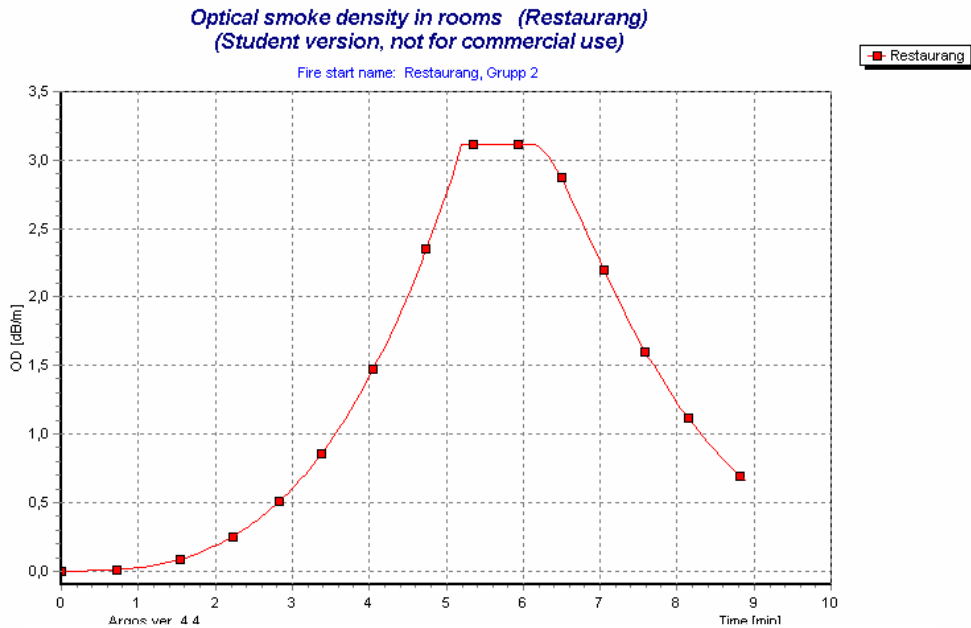
### 8.5 Kritisk tid

Eftersom restaurangen är stor och det är en förhållandevis liten brand med långsam utveckling så kommer brandgaserna att kylas i taket och viss omblandning kommer att ske i rummet. Detta ger att siktförhållandena kommer att vara det begränsande vid detta scenario. Av diagrammen 8.2 och 8.3 kan det ses att kritiska förhållanden för optiska densiteten uppkommer innan kritiska förhållanden för brandgaslagret. Tiderna från Simulex och Argos redovisas i tabell 8.2. Tiden till kritiska förhållanden är utlästa ur diagrammen i bilaga 17.1.1.

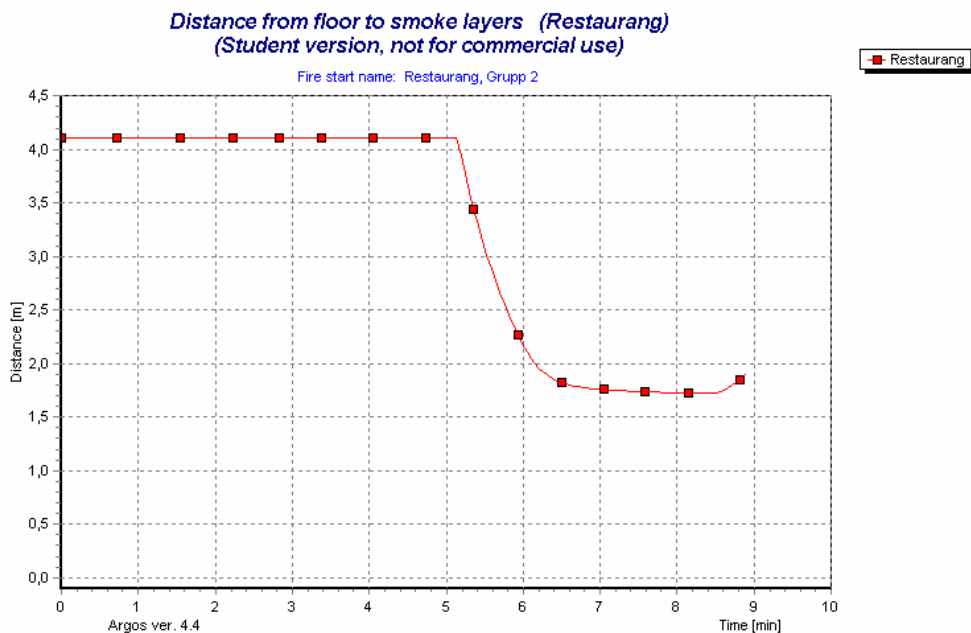
| Våning         | Utrymningstid (s) | Tid till kritiska förhållanden (s) |
|----------------|-------------------|------------------------------------|
| Restaurang     | 130               | 270                                |
| 1              | 310               |                                    |
| 2              | 290               |                                    |
| 3              | 230               |                                    |
| Hela byggnaden | 310               |                                    |

Tabell 8.2 Resultat ur Simulex och Argos

<sup>12</sup> Drysdale, Dougal An introduction to Fire Dynamics



**Diagram 8.2** Kritiska förhållanden inträffar efter 4,5 minuter med avseende på optisk densitet



**Diagram 8.3** Kritiska förhållanden med avseende på brandgaslagrets höjd inträffar efter 6,25 minuter.

## 8.6 Känslighetsanalys

För att se om denna brand på något sett skulle kunna riskera en säker utrymning så gjordes simuleringar med en 4 gånger så stor brand (4 MW) med 4 gånger så snabb utveckling (medium) det vill säga en mycket större brand än den dimensionerande. Dessa simuleringar visade att tiden till kritiska förhållanden ändrades från 4,5 minuter till 3,5 minuter. Nästa parameter som ändrades var takhöjden för att se om det spelade någon roll om brandgaserna stannar i innertaket. Detta spelade ingen roll tidsmässigt. Skillnaden är att simulering med takhöjd på 4,1 meter är det

optiska densiteten som är dimensionerande och med takhöjden 3 meter är det brandgaslagrets höjd som är dimensionerande. Känslighetsanalys (se bilaga 17.1.2).

## 8.7 Diskussion

Eftersom restaurangbranden inte är speciellt stor och har långsam utveckling så kommer säker utrymning inte riskeras. Av känslighetsanalysen att döma kan det ses att även en väldigt stor brand i denna lokal inte skulle riskera något, då en halvering av tiden till kritiska förhållanden fortfarande är större än utrymningstiden. Den stora takhöjden gör att lokalen klarar av mycket brandgaser innan kritiska förhållanden uppkommer. I tidsintervall handlar det om dryga 6 min innan kritiska förhållanden uppkommer. Begränsande i detta fallet blir istället optiska densiteten men inte heller denna blir för hög för kraven förrän efter 4,5 min. Vid denna tid har alla personer i restaurangen redan utrymt.

## 8.8 Förslag till förbättringar

Utrymningsvägen som leder direkt till det fria är bra markerad med en genomlyst skylt som dock vid första besöket var trasig. Vid andra besöket var felet åtgärdat. Trots att nödutgången är bra markerad med skylt är den svår att hitta då den är täckt av ett draperi vilket gör den oattraktiv. Hela dörrbredden går ej heller att använda då delar av dörren är gömd bakom väggen. I detta utrymme lagras även material vilket syns på bild 8.1. Öppningsmekanismen är av spanjulett-modell vilken kräver en hel del kraft för att öppna.



**Bild 8.1** Det är svårt att hitta och identifiera en oattraktiv utrymningsväg

- Alltid se till att nödutgångsskyltarna fungerar då detta är mycket viktigt för utrymnings-säkerheten.
- Göra utrymningsvägen mer attraktiv genom att ta bort draperiet samt sätta klara glas i dörrarna så att vägen ut kan ses. Det är mycket viktigt att denna utrymningsväg är attraktiv då detta ej är den naturliga vägen ut i och med att gästerna kommit in en annan väg.
- Sätta paniköppningsbeslag på dörrarna så att de kan öppnas lätt.

## 9 Soffbranden

### 9.1 Beskrivning

Soffbranden antas starta på grund av sabotage där någon gör hål i soffbeklädnaden och antänder soffans stoppning. Detta kan verka orimligt men vid inspektion av sofforna syntes tydliga brännmärken, antagligen av cigaretter som släckts mot soffan.



Bild 9.1 Myshörna på tredje våningen bestående av soffor

### 9.2 Dimensionerande brand

Soffornas beklädnadsmaterial är enligt uppgift brandskyddat. Detta betyder inte att soffan är obrännbara utan att soffans yta skall klara till exempel en cigarettfimp som tappas eller liknande. I det valda fallet så antas det att sofforna fattar eld på något vis, antingen på grund av sabotage eller att det börjar brinna i ett ställe där tyget är sönderbränt. När soffan väl brinner så spelar det ingen roll att tyget är brandskyddat för vid antagen värmebelastning så kommer sofforna att fatta eld. Brandspridningen antas i detta fall ske då den brinnande soffan nått sin maxeffekt. Antagandet görs eftersom avstånden mellan sofforna är mycket små

Den dimensionerande branden är här framtagen genom antagande att sofforna brinner på samma sätt som i försök<sup>13</sup>. Efter detta har antaganden gjorts hur de andra sofforna kommer att antändas respektive brinna ut i förhållande till varandra.  $\alpha$ -värdet togs fram genom att addera soffornas effektutveckling efter hand de börjar brinna. Kurvan når ett maxvärde efter en viss tid och med hjälp av detta beräknas  $\alpha$ -värdet med ekvationen  $Q = \alpha t^2$ .  $\alpha$ -värdet beräknades till  $0,0324 \text{ kW/s}^2$ . Detta värde användes sedan för framtagning av effektkurva för den dimensionerande branden.

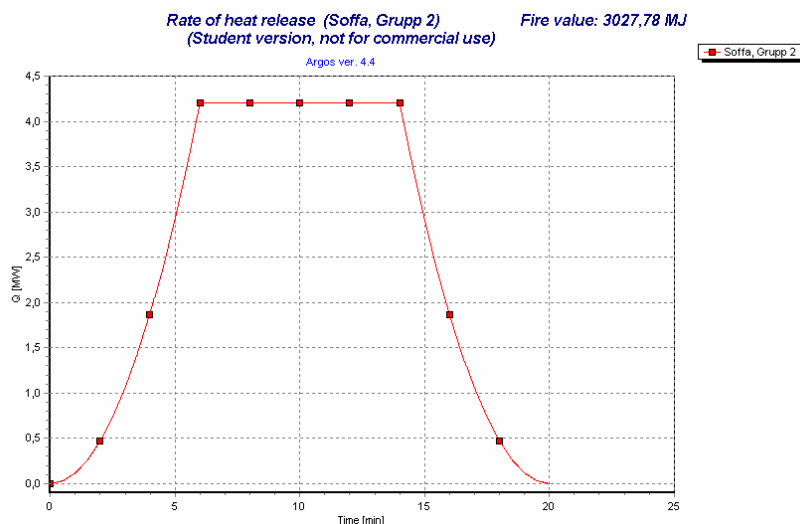
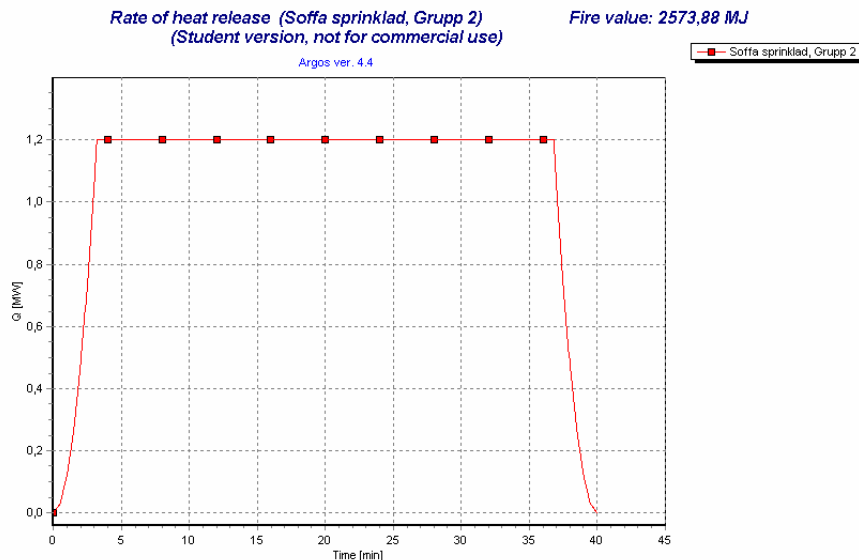


Diagram 9.1 Effektkurva för dimensionerande brand utan begränsningar på tredje våningen.

<sup>13</sup> Initial fires Y5.4/21

När branden har nått sitt maxvärde på drygt 4 MW brinner branden med konstant värde innan den avtar. Vid simulering av branden visade resultaten att branden kommer att bli sprinklerkontrollerad efter cirka 3 minuter. Det antogs att sprinklerna inte släcker branden utan endast kontrollerar den vid en konstant effekt på 1,2 MW. Sprinklern som valdes hade ett RTI-värde på 150 och en aktiveringstemperatur på 68°C. Detta ger ett mer konservativt resultat än om det skulle ha antagits att branden skulle släckas av sprinklern. Anledningen till att kurvan sträcker sig till 40 minuter är att den täcker in samma energinnehåll som den ursprungliga branden fast med en lägre effekt under längre tid. Dock är det i detta fall bara de två första minuterna som är av intresse då det efter denna tid uppstått kritiska förhållande i rummet.



**Diagram 9.2** Korrigerad effektkurva för den dimensionerande branden på våning tre.

### 9.3 Handberäkningar

Detta scenariot når kritiska förhållanden under utvecklingsfasen vilket gör att det blir svårt att räkna på brandgasfyllnad med Zukoski eller Yamana-Tanakas brandgasfyllnadsmodell. För att få en mer exakt beräkning av brandgaslagrets höjd gjordes beräkningarna i ett Excel-ark, där massflödet beräknas med Zukoskis plymmodell. Detta gjordes då det blir väldigt många uträkningar eftersom beräkningar görs sekund för sekund. Resultatet (se bilaga 15) ur dessa beräkningar ges en tid på cirka 1,5 minuter. Detta stämmer inte helt med våra simuleringar men i handberäkningarna tas det inte hänsyn till alla förluster. I Argos tar det lite tid innan ett brandgaslager byggs upp eftersom programmet tar med att brandgaserna kyls mot taket när det sprids ut och på så sätt sjunker ner igen. Därav tar det längre tid i Argos.

### 9.4 Utrymning

I detta fall är det viktigt att alla våningar är med i simuleringarna. Detta på grund av att de begränsar platsen i trapphus och tillgång till utrymningsvägar. Det kommer bli stora problem i trapphus där mycket människor ska ta sig ut samtidigt och kö kommer att bildas.

Soffbranden sker i likhet med restaurangbranden i en lokal där översikten gör att varseblivningen blir kort. För ett så verkligt scenario som möjligt sattes en kortare responstid för de personer som

befann sig närmast branden. Varseblivningen på våning två är drygt en minut men det antogs en kortare reaktionstid än för gästerna på tredje våningen, eftersom det skulle försvåra utrymningen från tredje våningen. Tabell 9.1 anger valda responstider med dess standardavvikelse.

| Våning | Antal personer | Responstid (s) | Standardavvikelse (s) |
|--------|----------------|----------------|-----------------------|
| 1      | 100            | 120            | 30                    |
| 2      | 150            | 90             | 30                    |
| 3      | 150            | 60             | 20                    |

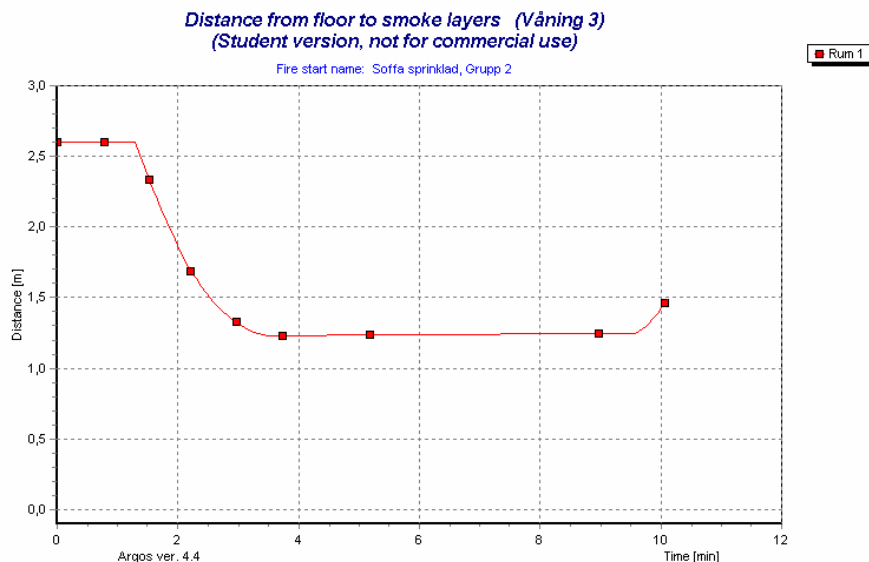
**Tabell 9.1** Valda responstider och standardavvikelse

## 9.5 Kritisk tid

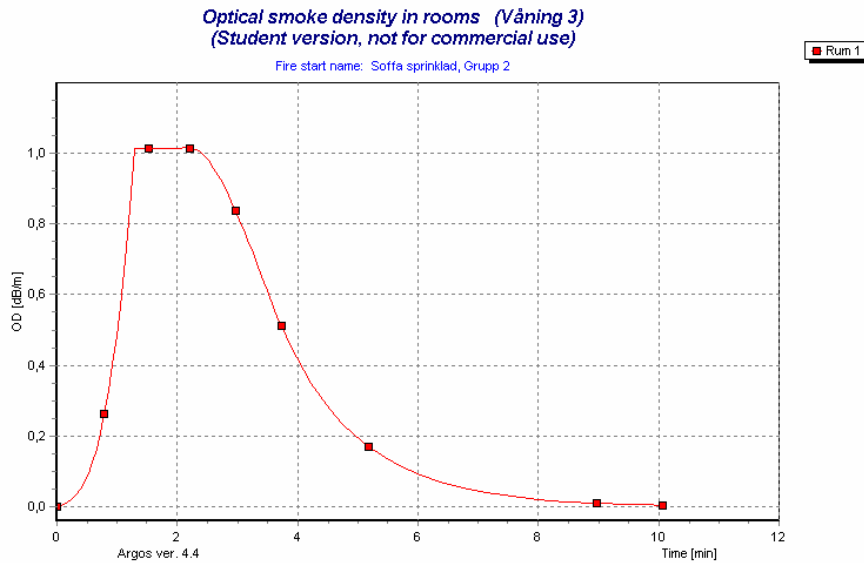
Soffbranden är en ganska stor brand med snabb utveckling med tanke på rummets storlek. Det gör att brandgaserna inte kyls så mycket och det blir en tydligare skiktning jämfört med restaurangbranden. Som väntat kan det ur diagrammen 9.3 och 9.4 utläsas att det är bra siktförhållanden i nedre delen av rummen, men att brandgaslagret sjunker snabbt och blir den dimensionerande faktorn. Tabell 9.2 visar resultaten från Simulex (vänstra kolumnen) respektive Argos.

| Våning         | Utrymningstid (s) | Tid till kritiska förhållanden (s) |
|----------------|-------------------|------------------------------------|
| 1              | 250               |                                    |
| 2              | 230               |                                    |
| 3              | 120               | 120                                |
| Hela byggnaden | 250               |                                    |

**Tabell 9.2** Resultat från Simulex och Argos



**Diagram 9.3** Kritiska förhållanden med avseende på brandgaslagrets höjd inträffar efter 2 minuter.



**Diagram 9.4** Kritiska förhållanden med avseende optiska densiteten uppkommer aldrig eftersom kravet i brandrummet är 2 ob

## 9.6 Känslighetsanalys

Här varierades ett par olika parametrar för att kontrollera hur de påverkar de kritiska förhållanden (se bilaga 17.2.3). Detta gjordes för att verifiera de använda värdena.

De parametrar som testades var bland annat olika  $\alpha$ -värden, det använda värdet var  $0,0324\text{kW/s}^2$  och det simulerades med både fast ( $0,047\text{kW/s}^2$ ) och medium ( $0,012\text{kW/s}^2$ ). Det använda värdet ligger alltså närmare fast än medium. Vid en "fast" brand krymper tiden till kritiska förhållanden från cirka 2 minuter ner till 1.5 minuter.

Sprinklers betydelse testades också. Vid simulering utan sprinkler förvärrades bara det sena brandförloppet det vill säga utrymningen kunde fortfarande ske under bra förhållande, dock förvärras de materiella skadorna betydligt.

Brandgasluckornas storlek ändrades också från de befintliga till största tänkbara vilket gav 0,5 minuter mer. Inga brandgasluckor alls förkortade bara tiden med 5 sekunder.

## 9.7 Diskussion

Då det inte finns uppgifter på vilken sorts rökdetektor och hur känslig den är, redovisas resultaten med simuleringar utan brandgaslucka. Detta görs för att få ett säkrare fall. Dock har det i känslighetsanalysen visats att en brandgaslucka inte spelar någon större roll. Det handlar endast om några få sekunder.

Storleken på branden är egentligen oväsentlig i avseende på utrymning, det är istället tillväxthastigheten som är betydande. Personerna i lokalen måste hinna utrymma under tillväxtfasen av branden. Detta ger att det viktigaste är att fördröja brandförloppet för att få så bra utrymningsmöjligheter som möjligt. Den dimensionerande branden valdes så att det brandskyddade tyget på sofforna inte försenar brandförloppet något, detta ger att det finns en viss säkerhetsmarginal i de antaganden som gjorts. Det verkliga  $\alpha$ -värdet ligger förmodligen

närmare ett "medium" än ett "fast". Sprinklingen kunde också tänkas förvärpa utrymningen då den vid aktivering kommer röra runt i brandgaserna och förstöra en tvåzonsskiktning till ett väl omblandat fall. Dock kommer gästerna hinna utrymma innan detta inträffar.

Le Cardinal är i dagsläget godkänt för 400 personer men det är omöjligt att veta hur många personer det kommer vara på respektive våning. För att klara av en utrymning av fler än 150 personer från våning tre krävs det att åtgärder vidtas. En åtgärd är att begränsa antalet besökare på Le Cardinal till sammanlagt 150 personer då det är omöjligt att styra gästerna. En annan och bättre lösning är att installera en mekanisk brandgasfläkt som genererar ett utsug i storleksordningen 13000 m<sup>3</sup>/h. Detta gör att kritiska förhållanden inte kommer att uppstå inom tider för utrymning (se bilaga 17.2.2).

## 9.8 Förslag till förbättringar

Även här är utrymningsvägen, som nödutgången är på andra våningen (se bild 7.4), svårupptäckt då den har samma färg som omgivningen. Öppningsbeslaget är ej av modern paniköppningsmodell utan en spanjulett-modell. Le Cardinal har bra genomlysta utrymningsskyltar men placeringen kan ibland vara vilseledande.

- Mekanisk brandgasfläkt skall installeras för att klara en utrymning på mer än 150 personer från tredje våningen. Fläkten aktiveras av de befintliga rökdetektorerna vilka i dagsläget är för få. För att fullgod funktion av den mekaniska brandgasfläkten skall uppnås krävs god tillgång till tilluft.
- Då dörren till nödtrapphuset har samma färg som omgivande väggar syns den inte så tydligt. Dörren skall därför målas om för att göra den mer synlig och attraktiv
- Öppningsmekanismen skall bytas till ett modernt paniköppningsbeslag.

Det är viktigt att dessa åtgärder görs så att personer leds till att använda den alternativa utrymningsvägen.



## 10 Åtgärder

I denna punkt kommer olika åtgärder publiceras. De kommer att delas in i de två kategorierna skall och bör. Åtgärderna står i prioriteringsordning under de olika kategorierna.

### 10.1 Förbättringar som *skall* åtgärdas

#### 10.1.1 Förhindrande av brandgasspridning

För att personer på de två övre våningarna inte skall utsättas för kritiska förhållanden vid en brand i garderoben måste brandgasspridningen förhindras. Förslag finns i kapitel 7.8.

#### 10.1.2 Installera mekanisk fläkt

För att tillåta mer än 150 personer på tredje våningen måste en mekanisk brandgasfläkt installeras.

#### 10.1.3 Stänga branddörr

Branddörren in till källaren måste hållas stängd så denna våning hålls avskild från övriga byggnaden.

#### 10.1.4 Attraktiva utrymningsvägar

På en nattklubb och restaurang finns oftast en konflikt mellan det estetiska och brandsäkerheten. Detta går då ofta tyvärr ut över utrymnings säkerheten då utrymningsdörrarna göms, så även i Le Cardinals fall (se bild 7.4). Samtliga utrymningsvägar måste användas för att fullgod utrymning skall kunna ske innan kritiska förhållanden uppkommer. En dörr i utrymningsväg *skall* vara lätt identifierbar. Så är ej fallet för Le Cardinal i avseende på både utrymningsvägen på 1:a respektive 2:a våningen.

#### 10.1.5 Lätt öppningsbara dörrar i utrymningsvägar

Generellt är dörrarna i utrymningsvägarna svåröppnade då öppningsmekanismen är av gammal och trög modell. Dörrar i utrymningsvägar *skall* vara lätt öppningsbara och därför föreslås att dörrar med panikbeslag installeras för att utrymnings säkerheten skall säkras.

#### 10.1.6 Ljus kopplat till utrymningslarmet

För att öka utrymnings hastigheten för personer vid utrymning måste belysningen tändas<sup>14</sup> vid aktivering av utrymningslarmet. Detta gäller både nödbelysning och allmänbelysning på grund av att det inte är ett lämpligt ljus för utrymning vid normal verksamhet.

#### 10.1.7 Dokumentation

Det är mycket viktigt att dokumentation över anläggningen förs. I dagsläget saknas bra ritningsmaterial över ventilation och byggnaden i övrigt. Även information om sprinkleranläggningen är bristfällig.

---

<sup>14</sup> Frantzich, Håkan *Tid för utrymning*

## 10.2 Förbättringar som *bör* åtgärdas

### 10.2.1 Rutiner vid brand

De tre scenarierna i denna rapport kan undvikas om det finns tillräcklig utbildning på brandsäkerheten och brandsläckare bland personalen. Det är viktigt att personalen vet hur de skall agera vid eventuell brand.

### 10.2.2 Utrymningslarmknapp på bottenvåning

Då tidig utrymning är viktig i lokaler med små volymer och mycket personer är det viktigt att en aktiveringsknapp för utrymningslarmet installeras på bottenvåningen. Vid brand i garderoben eller restaurangen kommer varseblivningstiden bli onödigt stor då någon måste ringa eller springa upp till nästa våning för larmning skall kunna ske.

### 10.2.3 Handikappsanpassning

Om Le Cardinal skall ta in handikappade måste de lösa problemet med hur de skall ta sig ut eftersom de inte kan göra det i dagens läge. Möjligheten är att trappstegen byts ut mot en ramp som dock inte får ha för stor lutning. Innan detta är åtgärdat får inga handikappade, som inte kan ta sig ut själva, tas in i lokalerna.

### 10.2.4 Installera ny branddetektor

Vid inspektion upptäcktes lösa sladdar i taket på tredje våningen, placerade ovanför sofforna. Detta ser ut som en plats där det tidigare suttit en detektor.

### 10.2.5 Sprinkler

I dagsläget är det stor blandning av sprinklerbulbernas RTI-värde från ganska långsamma med RTI på cirka 150 till snabba med RTI ner mot 50. Detta gör att vid en brand kan en sprinkler som sitter en bit ifrån branden aktiveras av de varma brandgaserna innan den sprinkler som sitter närmast branden aktiveras. Alltså borde sprinklerhuvudena bytas ut så att samma RTI används i hela byggnaden.

### 10.2.6 Talat utrymningslarm

För att personer skall utrymma snabbare bör talat utrymningslarm installeras. Detta är särskilt viktigt då det finns berusade personer i lokalerna.

## 11 Slutdiskussion

Efter första besöket verkade objektets brandsäkerhet vara hög. Detta på grund av att lokalernas öppna utformning gör att lokalerna lätt överblickas och farorna upptäcks snabbt. På de två övre våningarna är det också mycket öppna ytor vilket gör att utrymning lätt kan ske och att utrymningsvägarna inte riskerar att blockeras. Lokalerna är också bra utrustade med handbrandsläckare. Efter en mer ingående granskning av objektet så vidhålls det att många saker är bra men att det finns ett par risker som är för stora för att säga att objektet har en bra säkerhetsnivå.

På de två översta våningarna återfinns samma problem i form av små rumsvolymer. Detta gör att kritiska förhållanden uppkommer mycket snabbt i avseende på brandgaslagrets höjd. Lösningen på detta problem är att installera mekanisk ventilation vilket är ett krav om Le Cardinal skall behålla sitt personantal.

Det är viktigt att ha en väl utbildad personal då det finns många och bra placerade handbrandsläckare på objektet. En tidig släckinsats av personalen gör att inga av de belysta problemen kommer att uppstå. Det är också viktigt att personalen visar gästerna ut då folk i allmänhet väljer samma väg ut som de kom in. För att en utrymning skall kunna ske innan kritiska förhållanden uppkommer krävs det att samtliga utrymningsvägar används, därav vikten att göra de nuvarande dåligt markerade utrymningsvägarna mer attraktiva.

Om inte personalen lyckas med en tidig insats så är den viktigaste åtgärden att hindra brandgaser att spridas från våning ett upp till de två övriga våningarna. I kapitel 7.8 ges förslag på hur detta kan lösas. I dagsläget kan en brand i garderoben på våning ett riskera många människors hälsa trots att sprinkler är installerade.

Sammanfattningsvis kan det sägas att objektet i dagsläget inte kan klassas som ett säkert objekt då risken för att stor skada skall ske är förhållandevis stor. Dock går det höja personsäkerheten till en hög nivå med de förbättringar som föreslagits.



## 12 Referenslista

*Brandskyddshandboken*, Rapport 3117, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund 2002

Drysdale, Dougal, *An introduction to Fire Dynamics*, 2<sup>nd</sup> edition, ISBN 0-471-97291-6, Johans Wiley & Sons, 2000

*FDS User's Guide* (Version3), NISTIR 6784, 2002 edition, National Institute of Standards and Technology, 2002

Frantzich, Håkan, *Användarmanual för SIMULEX ver. 1.1*, Lunds Tekniska Högskola, Lund 1997

Frantzich, Håkan *Tid för utrymning vid brand*, P21-365/01 Räddningsverket, Karlstad 2001

Fredholm, Johan, Säkerhetsansvarig Le Cardinal, Helsingborg, 2003-09-19

Husted, Bjarne, Doktorand, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2003-10-10

Johansson, Björn, Resultat från garderobsbrand 2003-10-03, Rapport 5130 (opublicerad), Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003

*Statistik över bränder i Restauranger/ danslokaler 1996-2002*, Statens Räddningsverk

Särdqvist, Stefan *Initial Fires* rapport 3070, Brandteknik Lunds Tekniska Högskola, Lund



## 13 Bilageförteckning

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>14</b> | <b>Handberäkning Restaurangbranden .....</b> | <b>52</b> |
| 14.1      | Optisk densitet.....                         | 52        |
| <b>15</b> | <b>Handberäkningar Soffbranden .....</b>     | <b>54</b> |
| 15.1      | Brandgaslagrets höjd.....                    | 54        |
| <b>16</b> | <b>Indata Argos .....</b>                    | <b>58</b> |
| 16.1      | Restaurangbranden.....                       | 58        |
| 16.2      | Soffbranden.....                             | 59        |
| <b>17</b> | <b>Utdata Argos .....</b>                    | <b>62</b> |
| 17.1      | Restaurangbranden.....                       | 62        |
| 17.1.1    | Dimensionerande branden .....                | 62        |
| 17.1.2    | Känslighetsanalys .....                      | 63        |
| 17.2      | Soffbranden.....                             | 65        |
| 17.2.1    | Dimensionerande branden .....                | 65        |
| 17.2.2    | Mekanisk brangasventilation .....            | 67        |
| 17.2.3    | Känslighetsanalys .....                      | 69        |
| <b>18</b> | <b>In- och Utdata Simulex .....</b>          | <b>74</b> |
| 18.1      | Restaurangbranden.....                       | 74        |
| 18.2      | Soffbranden.....                             | 77        |
| <b>19</b> | <b>Indata FDS .....</b>                      | <b>80</b> |
| <b>20</b> | <b>Utdata FDS.....</b>                       | <b>84</b> |
| 20.1      | Dimensionerande branden.....                 | 84        |
| 20.2      | Verifiering av förbättringar .....           | 84        |
| 20.3      | Verifiering.....                             | 85        |
| 20.4      | Känslighetsanalys .....                      | 85        |
| 20.4.1    | RTI-50 .....                                 | 85        |
| 20.4.2    | $\alpha$ 0,047.....                          | 86        |
| 20.4.3    | Effekt 1 MW.....                             | 86        |
| 20.4.4    | Gridstorlek .....                            | 87        |
| <b>21</b> | <b>Statistik.....</b>                        | <b>90</b> |
| <b>22</b> | <b>Resultat klädbrand .....</b>              | <b>94</b> |



## 14 Handberäkning Restaurangbranden

### 14.1 Optisk densitet

Den optiska densiteten har beräknats med utgångspunkt på de värden på rökpotentialen som användes i Argos. Där användes värden tagna från användarhandledningen som är framtagna från Initial Fires. Värdena i handledningen ges i dB/m beroende på effektutvecklingen, se omräkning nedan.

$$S_0 = D_{0,10\log} * \frac{\Delta H_{air}}{\Delta H_{mat}} * \rho_0$$

$S_0$  = Rökpotentialen [ob] beroende på effektutvecklingen

$D_{0,10\log}$  = Rökpotentialen [obm<sup>3</sup>/g]

$\Delta H_{air}$  = 3000 kJ/kg

$\Delta H_{mat} = \Delta H_c$  = Effektiva förbränningsvärmets

$\rho_0$  = 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$$D_{0,10\log} = D_{L,10\log} * \frac{V}{m}$$

$D_{L,10\log}$  = Optiska densiteten per meter ob/m

$V$  = Rummets volym [m<sup>3</sup>]

$m$  = Massan brunnat ämne [kg]

$$\dot{q} = \alpha * t^2$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{q}}{\Delta H_c}$$

$$\int_0^m dm = \int_0^t \frac{\dot{q}}{\Delta H_c} dt = \int_0^t \frac{\alpha * t^2}{\Delta H_c} dt \Rightarrow m = \frac{\alpha t^3}{3\Delta H_c}$$

$\dot{m}$  = Massavbrinningen [kg/s]

$\dot{q}$  = Effektutvecklingen [kW]

$\alpha$  = Tillväxtkoefficient [kW/s<sup>2</sup>]

$$S_0 = D_{L,10\log} * \frac{V}{m} * \frac{3000}{\Delta H_c} * 1,2 \Rightarrow m = D_{L,10\log} * \frac{V}{S_0} * \frac{3600}{\Delta H_c} \Rightarrow t = \sqrt[3]{D_{L,10\log} * \frac{V}{S_0} * \frac{3600}{\alpha} * 3}$$

Använda värden:

$S_0$  = 126,6 dB/m

$V$  = rummets volym = 393,6 m<sup>3</sup>

$\alpha$  = 0,0034 kW/s<sup>2</sup>

$D_{L,10\log}$  = 2 ob som är kravet vid kritiska förhållanden i brandrummet

Dessa värden i ekvationen ovan ger en tid på **270 sekunder**.



## 15 Handberäkningar Soffbranden

### 15.1 Brandgaslagrets höjd

Beräkningarna är gjorda i ett Excel-ark för att kunna räkna sekund för sekund så det blir en mer exakt beräkning.  $\Delta t$  är skillnaden mellan nuvarande och föregående tid.

I handberäkningarna har Zukoskis plymmodell använts.

$$\text{Effekt} = \dot{q} = \alpha * t^2$$

$$\text{Massflöde} = \dot{m} = 0,076 * \dot{q}^{1/3} * z^{5/3}$$

$$\text{Total massa} = m = m + \Delta t * \dot{m}$$

$$\text{Brandgaslager} = \frac{m * A}{\rho}$$

$$\text{Höjd till brandgaslager} = h = \text{takhöjd} - \text{brandgaslager}$$

$$\text{Temperatur} = T = T_0 + \frac{E}{c_p * m}$$

$$\text{Densiteten} = \rho = \frac{353}{273 + T}$$

$$\text{Konvektiv Energi} = E = 0,7 * \Delta t * \dot{q} + E_{\text{för}}$$

$E_{\text{för}}$ =konvektiva Energin vid föregående tidssteg

Använda värden:

$$\alpha = \text{Tillväxtkoefficient [kW/s}^2\text{]} = 0,0324 \text{ kW/s}^2$$

$$\rho_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$c_p = 1,0 \text{ kJ/(kgK)}$$

$$T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = \text{takarean} = 116 \text{ m}^2$$

| Tid (s) | effekt (kW) | energi, konvektiv (kJ) | Massflöde (kg/s) | Total massa (kg) | Brandgas-lager (m) | Höjd till Brandgas-lager (m) | Temperatur (°C) | $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> ) |           | 230,00 |
|---------|-------------|------------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|--------|
| 0       | 0,001       | 0,00                   | 0,00             | 0,00             | 0,00               | 2,60                         | 20,00           | 1,20                        | D tid     | 240,00 |
| 1       | 0,0324      | 0,00                   | 0,04             | 0,04             | 0,00               | 2,60                         | 20,01           | 1,20                        | h         | 2,60   |
| 2       | 0,1296      | 0,02                   | 0,12             | 0,16             | 0,00               | 2,60                         | 20,10           | 1,20                        | areal     | 116,00 |
| 3       | 0,2916      | 0,11                   | 0,19             | 0,35             | 0,00               | 2,60                         | 20,21           | 1,20                        | Strålning | 0,65   |
| 4       | 0,5184      | 0,30                   | 0,25             | 0,59             | 0,00               | 2,60                         | 20,35           | 1,20                        | ro        | 1,20   |
| 5       | 0,81        | 0,63                   | 0,30             | 0,89             | 0,01               | 2,59                         | 20,50           | 1,20                        | cp        | 1,00   |
| 6       | 1,1664      | 1,16                   | 0,35             | 1,24             | 0,01               | 2,59                         | 20,65           | 1,20                        | Sprinkler | 5,00   |
| 7       | 1,5876      | 1,92                   | 0,39             | 1,63             | 0,01               | 2,59                         | 20,82           | 1,20                        | X         | 0,70   |
| 8       | 2,0736      | 2,95                   | 0,43             | 2,06             | 0,01               | 2,59                         | 21,00           | 1,20                        |           |        |
| 9       | 2,6244      | 4,30                   | 0,47             | 2,53             | 0,02               | 2,58                         | 21,19           | 1,20                        |           |        |
| 10      | 3,24        | 6,00                   | 0,51             | 3,04             | 0,02               | 2,58                         | 21,38           | 1,20                        |           |        |
| 11      | 3,9204      | 8,11                   | 0,55             | 3,59             | 0,03               | 2,57                         | 21,58           | 1,20                        |           |        |
| 12      | 4,6656      | 10,66                  | 0,58             | 4,17             | 0,03               | 2,57                         | 21,79           | 1,20                        |           |        |
| 13      | 5,4756      | 13,69                  | 0,61             | 4,78             | 0,03               | 2,57                         | 22,00           | 1,20                        |           |        |
| 14      | 6,3504      | 17,25                  | 0,64             | 5,42             | 0,04               | 2,56                         | 22,23           | 1,20                        |           |        |
| 15      | 7,29        | 21,38                  | 0,67             | 6,10             | 0,04               | 2,56                         | 22,45           | 1,19                        |           |        |

Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

|    |        |         |      |       |      |      |       |      |  |  |
|----|--------|---------|------|-------|------|------|-------|------|--|--|
| 16 | 8,2944 | 26,12   | 0,70 | 6,80  | 0,05 | 2,55 | 22,69 | 1,19 |  |  |
| 17 | 9,3636 | 31,51   | 0,73 | 7,54  | 0,05 | 2,55 | 22,93 | 1,19 |  |  |
| 18 | 10,497 | 37,59   | 0,76 | 8,30  | 0,06 | 2,54 | 23,17 | 1,19 |  |  |
| 19 | 11,696 | 44,42   | 0,79 | 9,08  | 0,07 | 2,53 | 23,42 | 1,19 |  |  |
| 20 | 12,96  | 52,02   | 0,81 | 9,90  | 0,07 | 2,53 | 23,68 | 1,19 |  |  |
| 21 | 14,288 | 60,44   | 0,84 | 10,73 | 0,08 | 2,52 | 23,94 | 1,19 |  |  |
| 22 | 15,681 | 69,73   | 0,86 | 11,60 | 0,08 | 2,52 | 24,21 | 1,19 |  |  |
| 23 | 17,139 | 79,92   | 0,89 | 12,48 | 0,09 | 2,51 | 24,48 | 1,19 |  |  |
| 24 | 18,662 | 91,06   | 0,91 | 13,39 | 0,10 | 2,50 | 24,76 | 1,19 |  |  |
| 25 | 20,25  | 103,19  | 0,93 | 14,32 | 0,10 | 2,50 | 25,04 | 1,18 |  |  |
| 26 | 21,902 | 116,36  | 0,95 | 15,27 | 0,11 | 2,49 | 25,33 | 1,18 |  |  |
| 27 | 23,619 | 130,59  | 0,97 | 16,24 | 0,12 | 2,48 | 25,63 | 1,18 |  |  |
| 28 | 25,401 | 145,95  | 0,99 | 17,23 | 0,13 | 2,47 | 25,93 | 1,18 |  |  |
| 29 | 27,248 | 162,46  | 1,01 | 18,24 | 0,13 | 2,47 | 26,23 | 1,18 |  |  |
| 30 | 29,16  | 180,17  | 1,03 | 19,27 | 0,14 | 2,46 | 26,54 | 1,18 |  |  |
| 31 | 31,136 | 199,12  | 1,05 | 20,32 | 0,15 | 2,45 | 26,86 | 1,18 |  |  |
| 32 | 33,177 | 219,36  | 1,07 | 21,39 | 0,16 | 2,44 | 27,18 | 1,18 |  |  |
| 33 | 35,283 | 240,93  | 1,08 | 22,47 | 0,16 | 2,44 | 27,51 | 1,17 |  |  |
| 34 | 37,454 | 263,86  | 1,10 | 23,57 | 0,17 | 2,43 | 27,84 | 1,17 |  |  |
| 35 | 39,69  | 288,21  | 1,11 | 24,68 | 0,18 | 2,42 | 28,17 | 1,17 |  |  |
| 36 | 41,990 | 314,01  | 1,13 | 25,81 | 0,19 | 2,41 | 28,52 | 1,17 |  |  |
| 37 | 44,355 | 341,30  | 1,14 | 26,96 | 0,20 | 2,40 | 28,86 | 1,17 |  |  |
| 38 | 46,785 | 370,13  | 1,16 | 28,12 | 0,21 | 2,39 | 29,22 | 1,17 |  |  |
| 39 | 49,280 | 400,54  | 1,17 | 29,29 | 0,22 | 2,38 | 29,57 | 1,17 |  |  |
| 40 | 51,84  | 432,57  | 1,19 | 30,47 | 0,23 | 2,37 | 29,94 | 1,17 |  |  |
| 41 | 54,464 | 466,27  | 1,20 | 31,67 | 0,23 | 2,37 | 30,31 | 1,16 |  |  |
| 42 | 57,153 | 501,67  | 1,21 | 32,88 | 0,24 | 2,36 | 30,68 | 1,16 |  |  |
| 43 | 59,907 | 538,82  | 1,22 | 34,10 | 0,25 | 2,35 | 31,06 | 1,16 |  |  |
| 44 | 62,726 | 577,76  | 1,23 | 35,33 | 0,26 | 2,34 | 31,45 | 1,16 |  |  |
| 45 | 65,61  | 618,53  | 1,24 | 36,58 | 0,27 | 2,33 | 31,84 | 1,16 |  |  |
| 46 | 68,558 | 661,18  | 1,25 | 37,83 | 0,28 | 2,32 | 32,23 | 1,16 |  |  |
| 47 | 71,571 | 705,74  | 1,26 | 39,09 | 0,29 | 2,31 | 32,64 | 1,15 |  |  |
| 48 | 74,649 | 752,26  | 1,27 | 40,37 | 0,30 | 2,30 | 33,05 | 1,15 |  |  |
| 49 | 77,792 | 800,79  | 1,28 | 41,65 | 0,31 | 2,29 | 33,46 | 1,15 |  |  |
| 50 | 81     | 851,35  | 1,29 | 42,94 | 0,32 | 2,28 | 33,88 | 1,15 |  |  |
| 51 | 84,272 | 904,00  | 1,30 | 44,23 | 0,33 | 2,27 | 34,31 | 1,15 |  |  |
| 52 | 87,609 | 958,78  | 1,30 | 45,54 | 0,34 | 2,26 | 34,74 | 1,15 |  |  |
| 53 | 91,011 | 1015,72 | 1,31 | 46,85 | 0,35 | 2,25 | 35,18 | 1,15 |  |  |
| 54 | 94,478 | 1074,88 | 1,32 | 48,17 | 0,36 | 2,24 | 35,62 | 1,14 |  |  |
| 55 | 98,01  | 1136,29 | 1,32 | 49,49 | 0,37 | 2,23 | 36,07 | 1,14 |  |  |
| 56 | 101,60 | 1200,00 | 1,33 | 50,82 | 0,38 | 2,22 | 36,53 | 1,14 |  |  |
| 57 | 105,26 | 1266,04 | 1,34 | 52,16 | 0,39 | 2,21 | 36,99 | 1,14 |  |  |
| 58 | 108,99 | 1334,47 | 1,34 | 53,50 | 0,41 | 2,19 | 37,46 | 1,14 |  |  |
| 59 | 112,78 | 1405,31 | 1,35 | 54,84 | 0,42 | 2,18 | 37,94 | 1,14 |  |  |
| 60 | 116,64 | 1478,62 | 1,35 | 56,19 | 0,43 | 2,17 | 38,42 | 1,13 |  |  |
| 61 | 120,56 | 1554,44 | 1,35 | 57,55 | 0,44 | 2,16 | 38,91 | 1,13 |  |  |
| 62 | 124,54 | 1632,80 | 1,36 | 58,90 | 0,45 | 2,15 | 39,40 | 1,13 |  |  |
| 63 | 128,59 | 1713,76 | 1,36 | 60,26 | 0,46 | 2,14 | 39,91 | 1,13 |  |  |
| 64 | 132,71 | 1797,35 | 1,36 | 61,63 | 0,47 | 2,13 | 40,42 | 1,13 |  |  |
| 65 | 136,89 | 1883,61 | 1,37 | 62,99 | 0,48 | 2,12 | 40,93 | 1,12 |  |  |
| 66 | 141,13 | 1972,59 | 1,37 | 64,36 | 0,49 | 2,11 | 41,46 | 1,12 |  |  |
| 67 | 145,44 | 2064,32 | 1,37 | 65,73 | 0,51 | 2,09 | 41,99 | 1,12 |  |  |
| 68 | 149,81 | 2158,86 | 1,37 | 67,10 | 0,52 | 2,08 | 42,52 | 1,12 |  |  |

Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

|           |              |                |             |              |             |             |              |             |  |  |
|-----------|--------------|----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--|--|
| 69        | 154,25       | 2256,24        | 1,37        | 68,47        | 0,53        | 2,07        | 43,07        | 1,12        |  |  |
| 70        | 158,76       | 2356,51        | 1,37        | 69,84        | 0,54        | 2,06        | 43,62        | 1,11        |  |  |
| 71        | 163,32       | 2459,70        | 1,37        | 71,21        | 0,55        | 2,05        | 44,18        | 1,11        |  |  |
| 72        | 167,96       | 2565,87        | 1,37        | 72,59        | 0,56        | 2,04        | 44,74        | 1,11        |  |  |
| 73        | 172,65       | 2675,04        | 1,37        | 73,96        | 0,57        | 2,03        | 45,32        | 1,11        |  |  |
| 74        | 177,42       | 2787,27        | 1,37        | 75,33        | 0,59        | 2,01        | 45,90        | 1,11        |  |  |
| 75        | 182,25       | 2902,60        | 1,37        | 76,70        | 0,60        | 2,00        | 46,49        | 1,10        |  |  |
| 76        | 187,14       | 3021,06        | 1,37        | 78,07        | 0,61        | 1,99        | 47,09        | 1,10        |  |  |
| 77        | 192,09       | 3142,70        | 1,37        | 79,44        | 0,62        | 1,98        | 47,69        | 1,10        |  |  |
| 78        | 197,12       | 3267,56        | 1,37        | 80,81        | 0,63        | 1,97        | 48,31        | 1,10        |  |  |
| 79        | 202,20       | 3395,69        | 1,36        | 82,17        | 0,65        | 1,95        | 48,93        | 1,10        |  |  |
| 80        | 207,36       | 3527,13        | 1,36        | 83,53        | 0,66        | 1,94        | 49,56        | 1,09        |  |  |
| 81        | 212,57       | 3661,91        | 1,36        | 84,89        | 0,67        | 1,93        | 50,20        | 1,09        |  |  |
| 82        | 217,85       | 3800,09        | 1,36        | 86,25        | 0,68        | 1,92        | 50,84        | 1,09        |  |  |
| 83        | 223,20       | 3941,70        | 1,35        | 87,60        | 0,69        | 1,91        | 51,50        | 1,09        |  |  |
| 84        | 228,61       | 4086,78        | 1,35        | 88,95        | 0,71        | 1,89        | 52,16        | 1,09        |  |  |
| 85        | 234,09       | 4235,38        | 1,35        | 90,30        | 0,72        | 1,88        | 52,83        | 1,08        |  |  |
| 86        | 239,63       | 4387,54        | 1,34        | 91,64        | 0,73        | 1,87        | 53,51        | 1,08        |  |  |
| <b>87</b> | <b>245,2</b> | <b>4543,30</b> | <b>1,34</b> | <b>92,98</b> | <b>0,74</b> | <b>1,86</b> | <b>54,20</b> | <b>1,08</b> |  |  |
| 88        | 250,90       | 4702,70        | 1,33        | 94,32        | 0,76        | 1,84        | 54,90        | 1,08        |  |  |
| 89        | 256,64       | 4865,79        | 1,33        | 95,65        | 0,77        | 1,83        | 55,61        | 1,07        |  |  |
| 90        | 262,44       | 5032,60        | 1,33        | 96,97        | 0,78        | 1,82        | 56,33        | 1,07        |  |  |
| 91        | 268,30       | 5203,19        | 1,32        | 98,29        | 0,79        | 1,81        | 57,06        | 1,07        |  |  |
| 92        | 274,23       | 5377,59        | 1,31        | 99,61        | 0,80        | 1,80        | 57,79        | 1,07        |  |  |
| 93        | 280,22       | 5555,84        | 1,31        | 100,92       | 0,82        | 1,78        | 58,54        | 1,06        |  |  |
| 94        | 286,28       | 5737,99        | 1,30        | 102,22       | 0,83        | 1,77        | 59,29        | 1,06        |  |  |
| 95        | 292,41       | 5924,07        | 1,30        | 103,52       | 0,84        | 1,76        | 60,06        | 1,06        |  |  |
| 96        | 298,59       | 6114,14        | 1,29        | 104,81       | 0,85        | 1,75        | 60,83        | 1,06        |  |  |
| 97        | 304,85       | 6308,23        | 1,29        | 106,10       | 0,87        | 1,73        | 61,62        | 1,05        |  |  |
| 98        | 311,16       | 6506,38        | 1,28        | 107,37       | 0,88        | 1,72        | 62,42        | 1,05        |  |  |
| 99        | 317,55       | 6708,64        | 1,27        | 108,65       | 0,89        | 1,71        | 63,22        | 1,05        |  |  |
| 100       | 324          | 6915,05        | 1,27        | 109,91       | 0,90        | 1,70        | 64,04        | 1,05        |  |  |
| 101       | 330,51       | 7125,65        | 1,26        | 111,17       | 0,92        | 1,68        | 64,87        | 1,04        |  |  |
| 102       | 337,08       | 7340,48        | 1,25        | 112,42       | 0,93        | 1,67        | 65,71        | 1,04        |  |  |
| 103       | 343,73       | 7559,59        | 1,24        | 113,66       | 0,94        | 1,66        | 66,56        | 1,04        |  |  |
| 104       | 350,43       | 7783,02        | 1,24        | 114,90       | 0,96        | 1,64        | 67,42        | 1,04        |  |  |
| 105       | 357,21       | 8010,80        | 1,23        | 116,13       | 0,97        | 1,63        | 68,29        | 1,03        |  |  |
| 106       | 364,04       | 8242,99        | 1,22        | 117,35       | 0,98        | 1,62        | 69,17        | 1,03        |  |  |
| 107       | 370,94       | 8479,62        | 1,21        | 118,56       | 0,99        | 1,61        | 70,07        | 1,03        |  |  |
| 108       | 377,91       | 8720,74        | 1,20        | 119,76       | 1,01        | 1,59        | 70,97        | 1,03        |  |  |
| 109       | 384,94       | 8966,38        | 1,20        | 120,96       | 1,02        | 1,58        | 71,89        | 1,02        |  |  |
| 110       | 392,04       | 9216,59        | 1,19        | 122,15       | 1,03        | 1,57        | 72,82        | 1,02        |  |  |
| 111       | 399,20       | 9471,42        | 1,18        | 123,32       | 1,04        | 1,56        | 73,76        | 1,02        |  |  |
| 112       | 406,42       | 9730,90        | 1,17        | 124,49       | 1,06        | 1,54        | 74,72        | 1,02        |  |  |
| 113       | 413,71       | 9995,08        | 1,16        | 125,65       | 1,07        | 1,53        | 75,68        | 1,01        |  |  |
| 114       | 421,07       | 10263,99       | 1,15        | 126,80       | 1,08        | 1,52        | 76,66        | 1,01        |  |  |
| 115       | 428,49       | 10537,69       | 1,14        | 127,94       | 1,10        | 1,50        | 77,65        | 1,01        |  |  |
| 116       | 435,97       | 10816,21       | 1,13        | 129,08       | 1,11        | 1,49        | 78,66        | 1,00        |  |  |
| 117       | 443,52       | 11099,59       | 1,12        | 130,20       | 1,12        | 1,48        | 79,68        | 1,00        |  |  |
| 118       | 451,13       | 11387,88       | 1,11        | 131,31       | 1,13        | 1,47        | 80,71        | 1,00        |  |  |
| 119       | 458,81       | 11681,12       | 1,10        | 132,41       | 1,15        | 1,45        | 81,75        | 1,00        |  |  |
| 120       | 466,56       | 11979,35       | 1,09        | 133,50       | 1,16        | 1,44        | 82,81        | 0,99        |  |  |



## 16 Indata Argos

### 16.1 Restaurangbranden

#### Client - Restaurang

##### Basic information

|                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Client:                   | Le Cardinal              |
| Scenario name:            | Restaurang               |
| Consultant:               | BTR Grp 2                |
| Company type:             | Various                  |
| Basic bldg. construction: | Brick-wall/concrete-roof |
| Number of rooms:          | 1                        |
| Last revision:            | 2003-11-17 14:59:53      |
| Revision No.:             | 31                       |

##### Fire brigade

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| City area:                      | Yes |
| 24 hour:                        | Yes |
| Distance/fire station [km]:     | 2   |
| Calculated response time [min]: | 5   |

##### Room Restaurang

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| Room use:                    | Workshop       |
| Room area [m <sup>2</sup> ]: | 96             |
| Average height [m]:          | 4.1            |
| Max. length [m]:             | 15.5           |
| Floor type:                  | Concrete floor |

##### **Wall towards 'Surroundings'**

**Base wall: Brick wall, 11 cm**

Length [m]: 32.7

##### **Wall part: Hole (Miscellaneous)**

|              |               |                          |     |
|--------------|---------------|--------------------------|-----|
| Type:        | Miscellaneous | Width [m]:               | 1.4 |
| No. of part: | 1             | Height [m]:              | 2.2 |
| S-Door:      | No            | Height. above floor [m]: | 0   |

##### **Wall part: Hole (Miscellaneous)**

|              |               |                          |     |
|--------------|---------------|--------------------------|-----|
| Type:        | Miscellaneous | Width [m]:               | 7   |
| No. of part: | 1             | Height [m]:              | 1   |
| S-Door:      | No            | Height. above floor [m]: | 1.2 |

##### **Ceiling**

**Base ceiling: Concrete/mineral-wool/felt**

## 16.2 Soffbranden

### Client - Våning 3

#### Basic information

Client: Le cardinal  
Scenario name: Våning 3  
Consultant: BTR Grp 2  
Company type: Various  
Basic bldg. construction: Brick-wall/concrete-roof  
Number of rooms: 1  
Last revision: 2003-12-15 11:17:13  
Revision No.: 61

#### Fire brigade

City area: Yes  
24 hour: Yes  
Distance/fire station [km]: 2  
Calculated response time [min]: 5

#### Room Rum 1

Room use: Workshop  
Room area [m<sup>2</sup>]: 116  
Average height [m]: 2.6  
Max. length [m]: 18.5  
Floor type: Concrete floor

#### **Wall towards 'Surroundings'**

**Base wall: Brick wall, 11 cm**

Length [m]: 54.5

#### **Wall part: Hole (Miscellaneous)**

|              |               |                          |   |
|--------------|---------------|--------------------------|---|
| Type:        | Miscellaneous | Width [m]:               | 2 |
| No. of part: | 1             | Height [m]:              | 2 |
| S-Door:      | No            | Height. above floor [m]: | 0 |

#### **Wall part: EI 60 (60 minutes FR door)**

|              |      |                          |     |
|--------------|------|--------------------------|-----|
| Type:        | Door | Width [m]:               | 1.2 |
| No. of part: | 1    | Height [m]:              | 2.1 |
| S-Door:      | No   | Height. above floor [m]: | 0   |

#### **Ceiling**

**Base ceiling: Concrete/mineral-wool/felt**

Smoke venting, Smoke detector:

**Smoke detector (0,2)**

|   |     |
|---|-----|
| Smoke sensitivity [dB/m]:               | 0.2 |
| Distance between detectors [m]:         | 15  |
| Total opening area [m <sup>2</sup> ]:   | 0.7 |
| Mechanical extract [m <sup>3</sup> /s]: | 3.5 |
| Average height above floor [m]:         | 2.6 |

Sprinkler:

**grupp2**

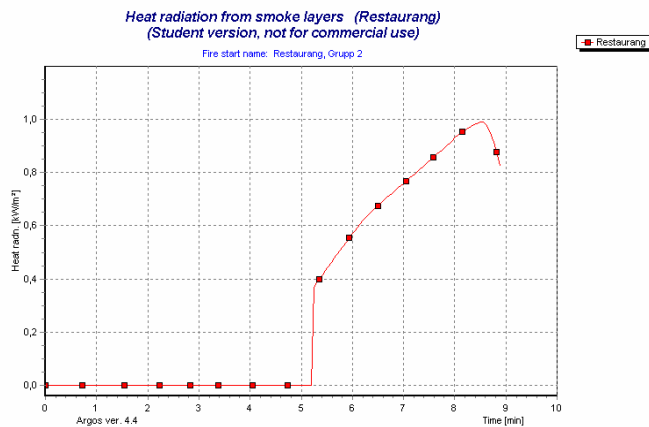
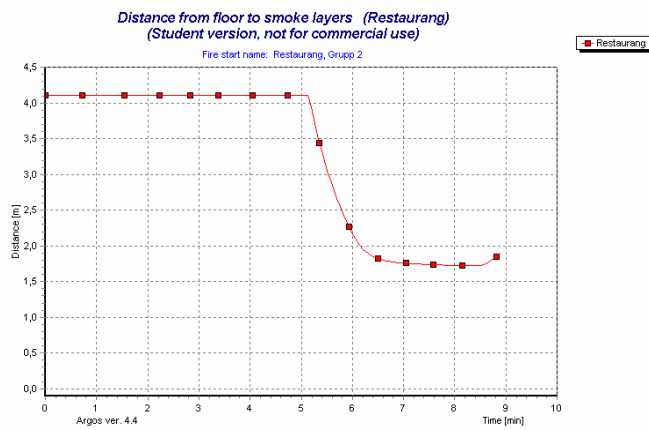
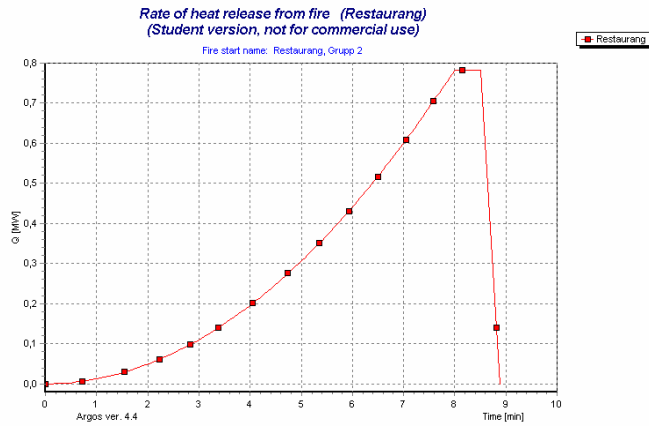
|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Activation temperature [°C]:   | 68  |
| RTI [(m*sek) <sup>0.5</sup> ]: | 150 |
| C [(m/s) <sup>½</sup> ]:       | 1   |
| Distance between heads [m]:    | 3   |

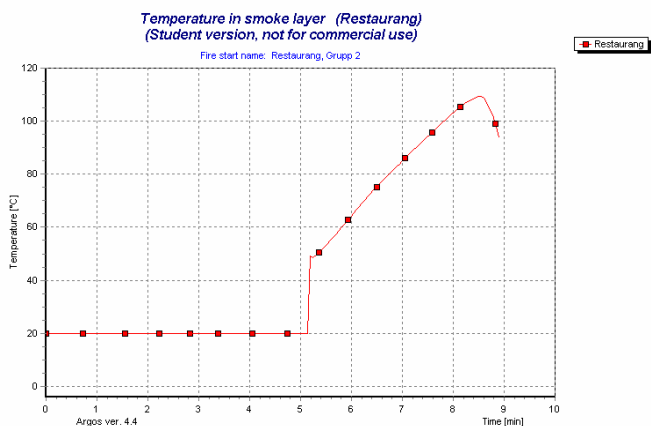
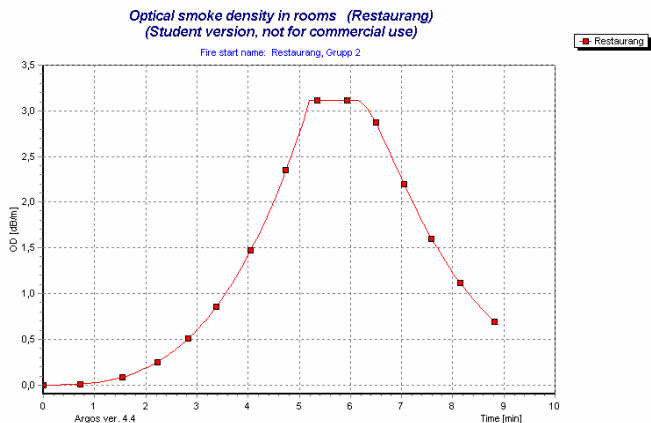


## 17 Utdata Argos

### 17.1 Restaurangbranden

#### 17.1.1 Dimensionerande branden

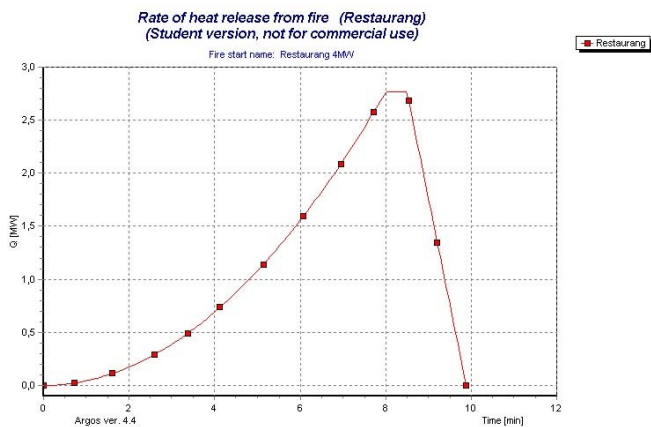


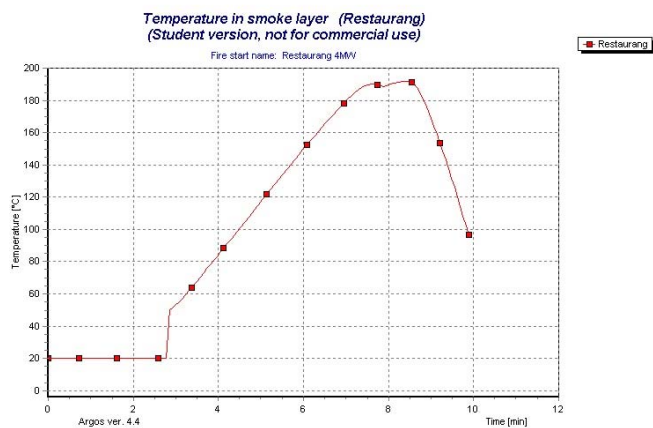
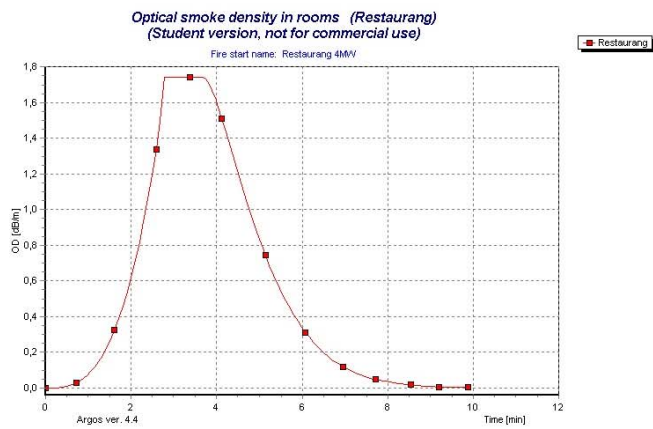
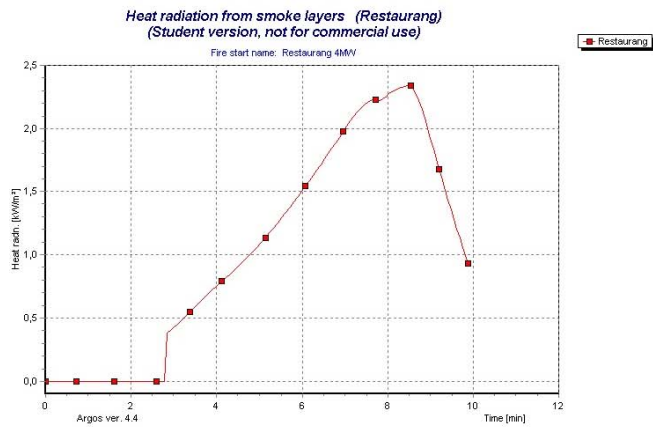
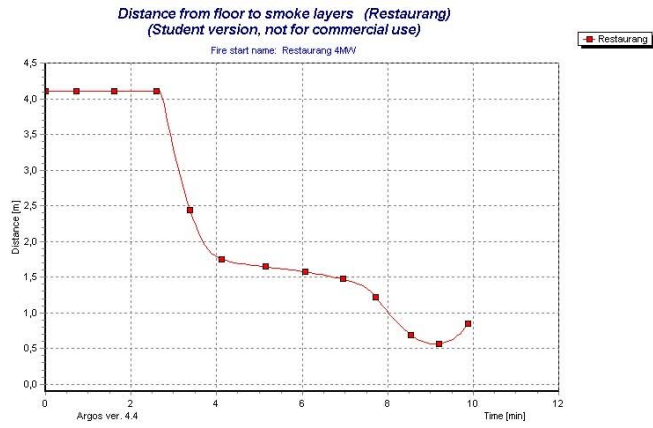


## 17.1.2 Känslighetsanalys

### 17.1.2.1 4 MW-brand

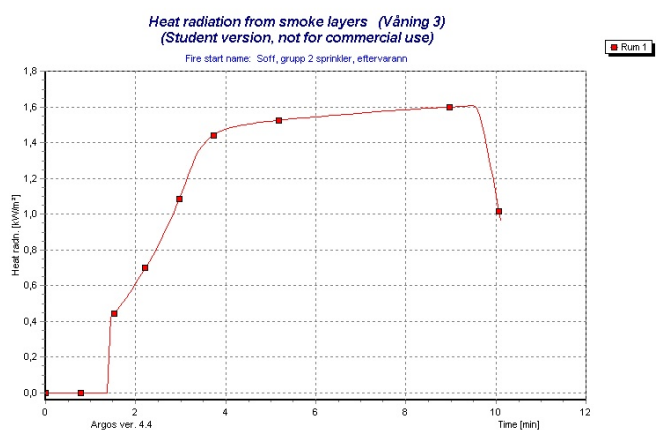
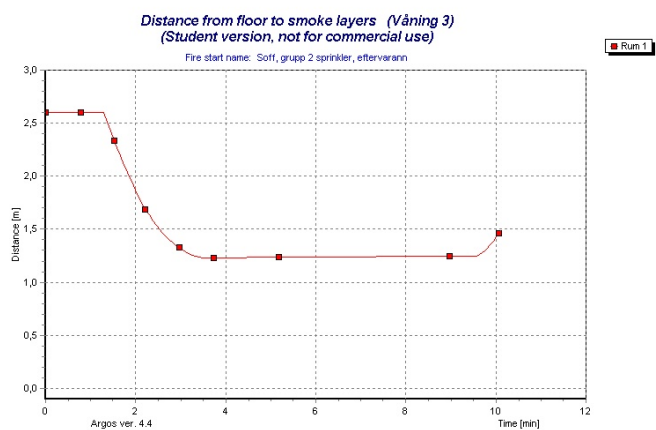
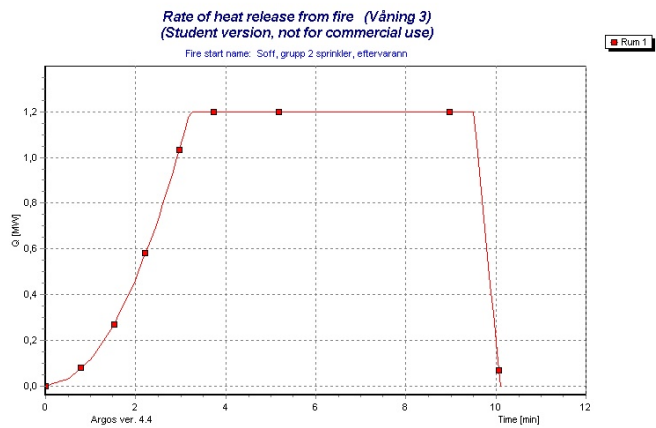
4MW-brand med  $\alpha = 0,012 \text{ kW/s}^2$





## 17.2 Soffbranden

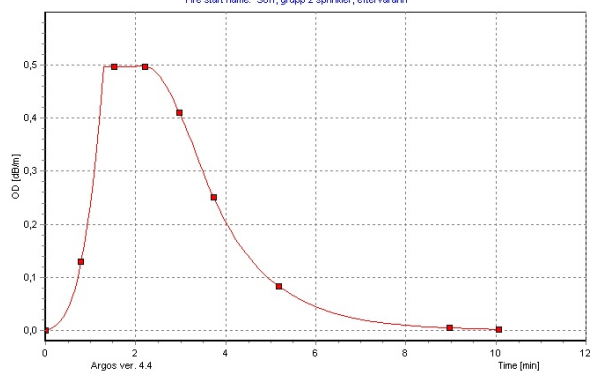
### 17.2.1 Dimensionerande branden



Optical smoke density in rooms (Våning 3)  
(Student version, not for commercial use)

Fire start name: Soffi, grupp 2 sprinkler, eftervarann

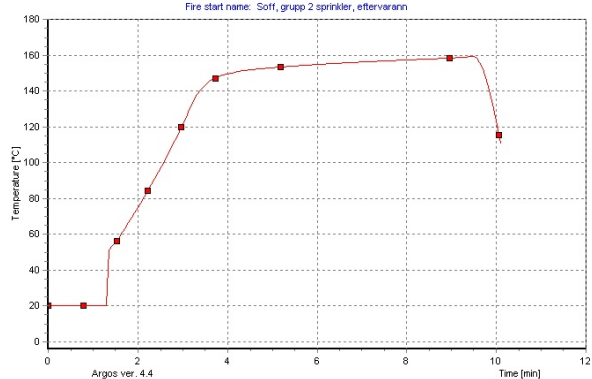
Rum 1



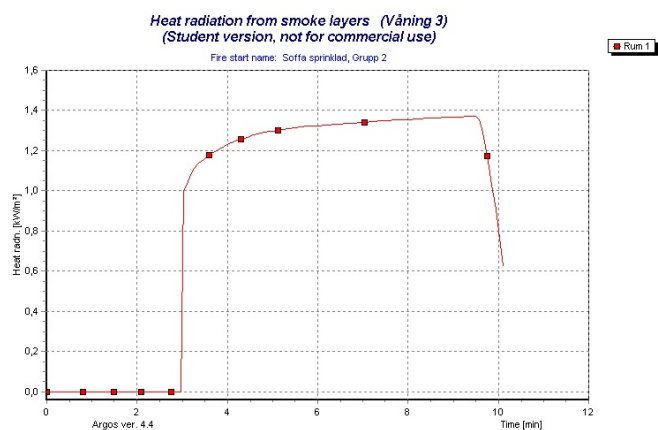
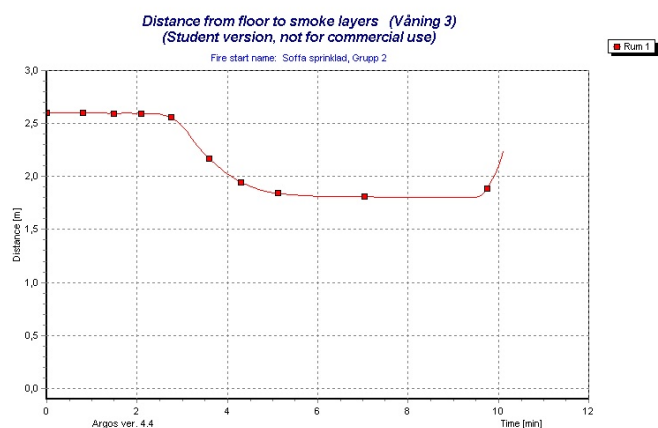
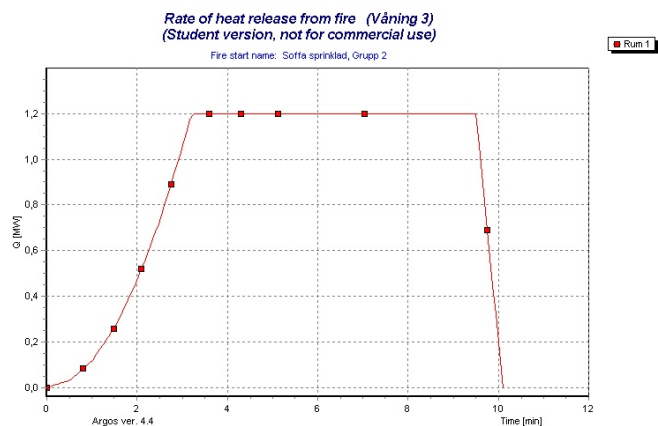
Temperature in smoke layer (Våning 3)  
(Student version, not for commercial use)

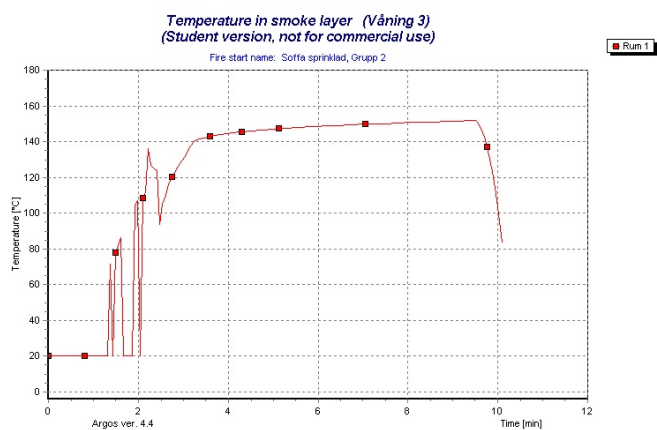
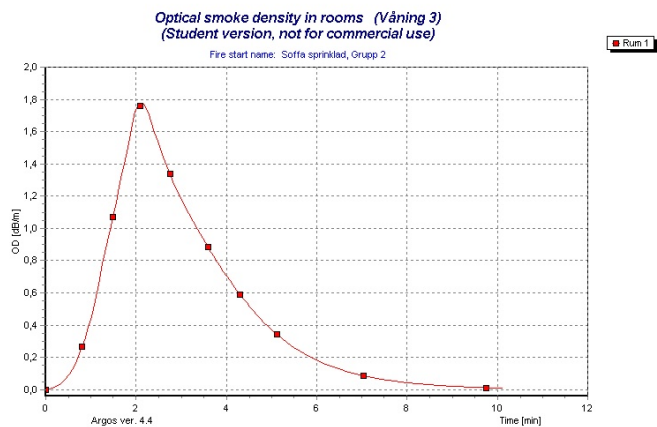
Fire start name: Soffi, grupp 2 sprinkler, eftervarann

Rum 1



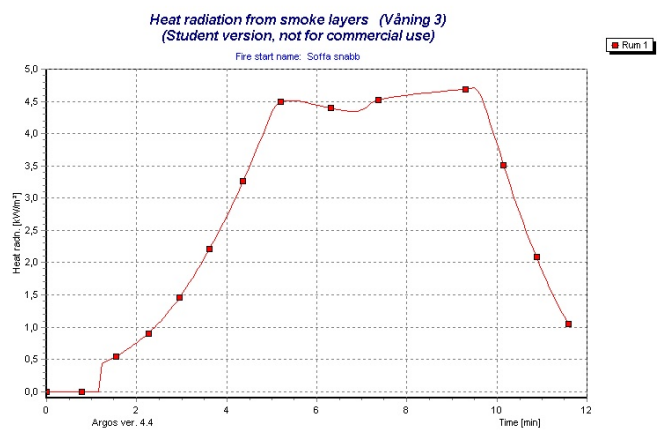
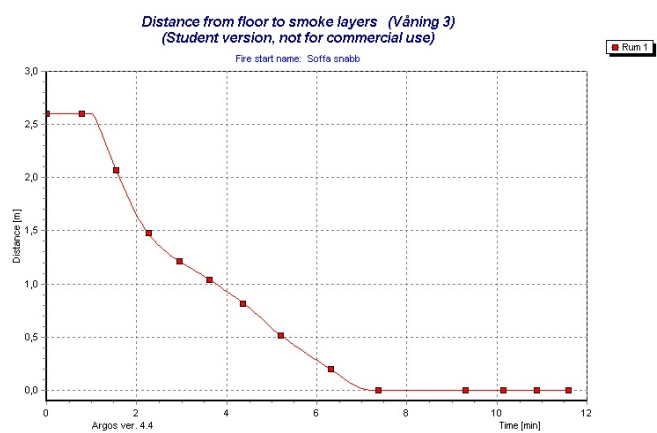
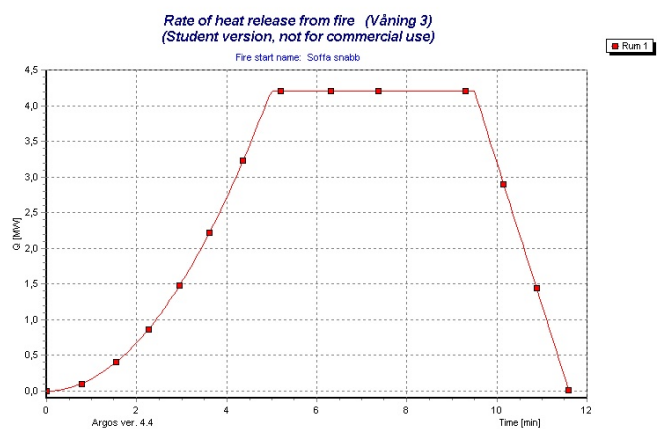
## 17.2.2 Mekanisk brangasventilation

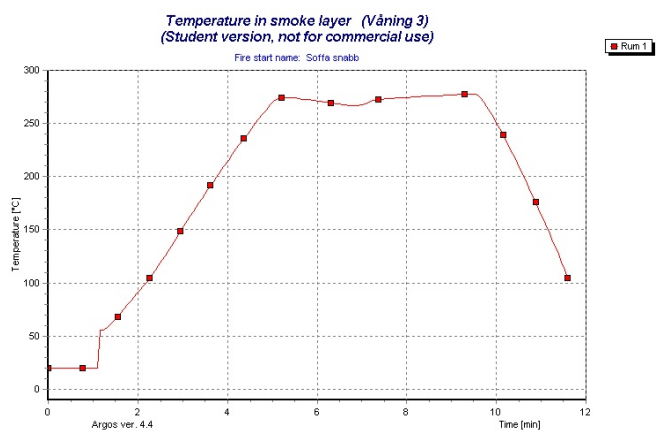
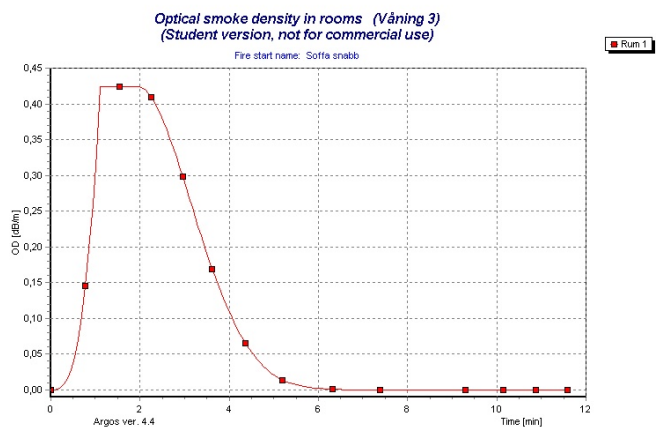




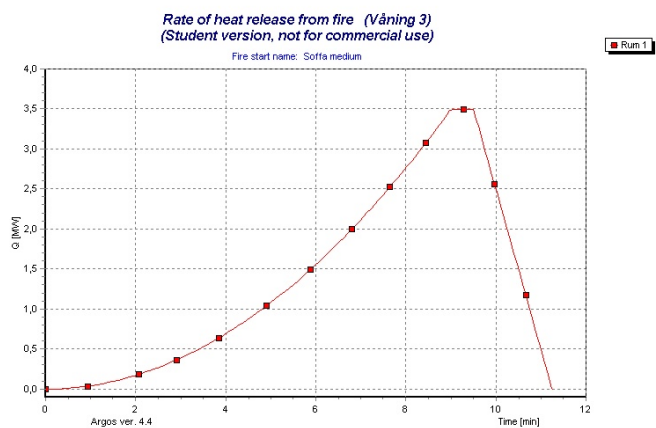
## 17.2.3 Känslighetsanalys

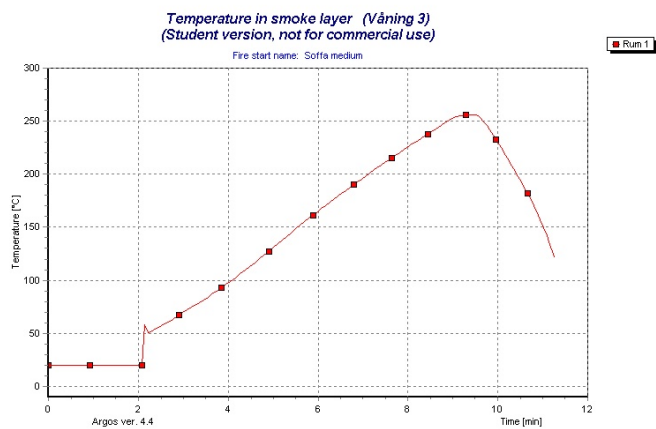
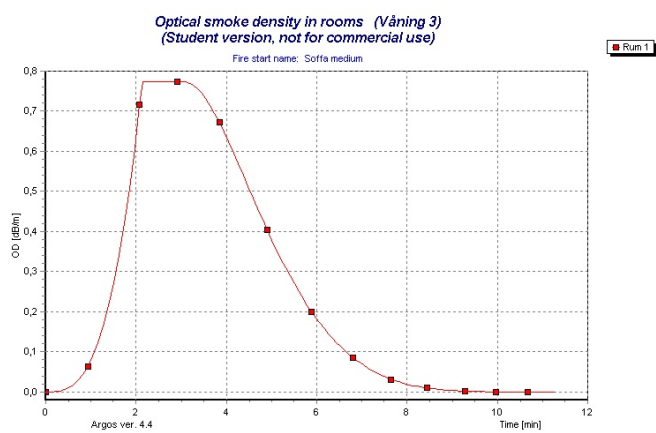
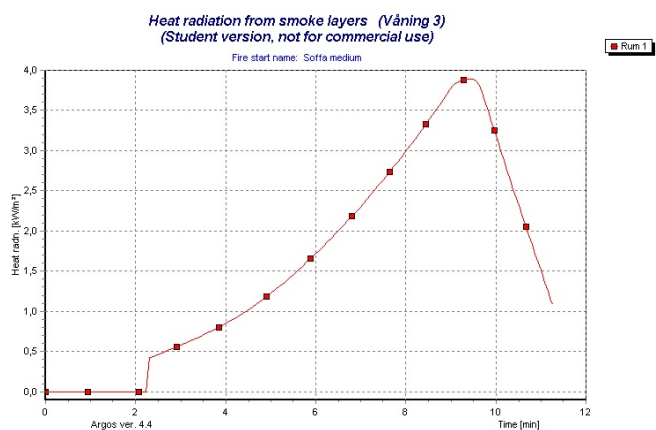
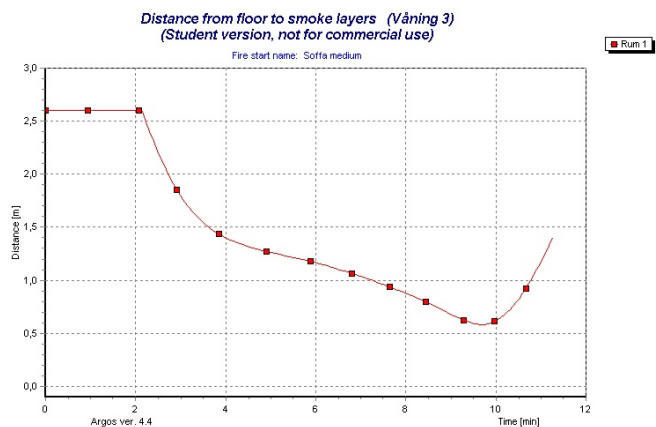
### 17.2.3.1 Snabb utveckling



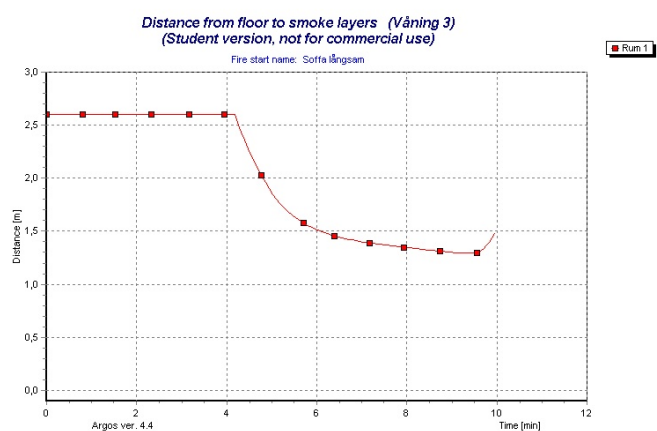
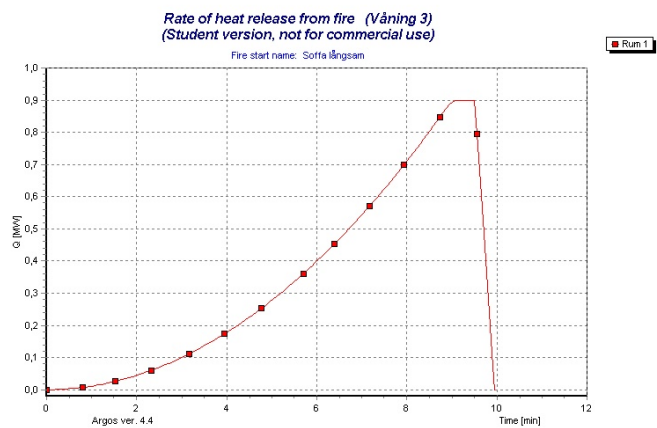


### 17.2.3.2 Medium utveckling

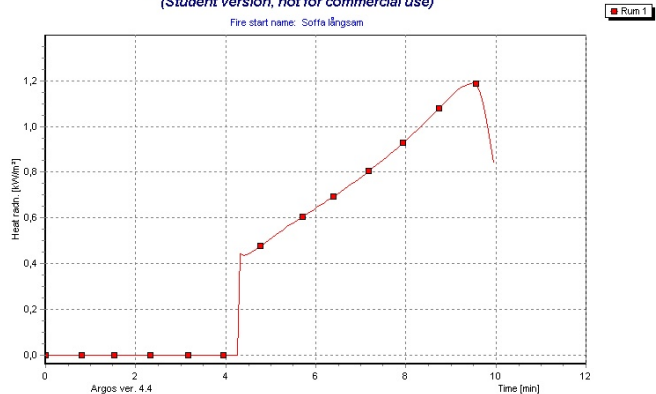




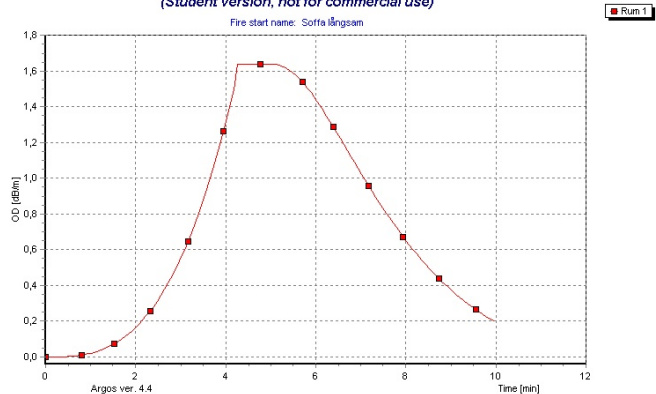
17.2.3.3 Långsam utveckling



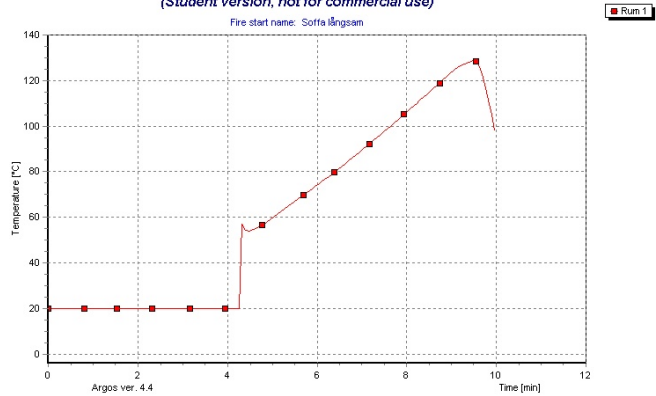
Heat radiation from smoke layers (Våning 3)  
(Student version, not for commercial use)



Optical smoke density in rooms (Våning 3)  
(Student version, not for commercial use)



Temperature in smoke layer (Våning 3)  
(Student version, not for commercial use)



## 18 In- och Utdata Simulex

### 18.1 Restaurangbranden

Number of Floors = 4  
 Number of Staircases = 3  
 Number of Exits = 4  
 Number of Links = 7  
 Number of People = 400

```
-----
Våning 1 (DXF file: våning ett.dxf ) (Size: 21.000,29.700 metres)
Number of People Initially in This Floor = 100
trappalvån1 : (6.80,11.54 m), 90.00 degrees, 1.18 m wide, connected to trappal
huvingång : (6.06,4.98 m), 90.00 degrees, 1.50 m wide
nödutplan1 : (12.99,5.19 m), 90.00 degrees, 1.00 m wide
nödutuppifrån : (2.15,3.40 m), 0.00 degrees, 2.00 m wide
-----
Våning 2 (DXF file: Våning 2till...dxf ) (Size: 21.000,29.700 metres)
Number of People Initially in This Floor = 150
trappalvån2 : (5.79,12.20 m), 90.00 degrees, 1.18 m wide, connected to trappal
trappa2vån2 : (7.25,12.19 m), 89.26 degrees, 1.14 m wide, connected to trappa2
nödtrappavån2 : (5.01,10.59 m), 180.00 degrees, 1.20 m wide, connected to nödtrappa
-----
Våning 3 (DXF file: Våning 3 ltil...dxf ) (Size: 21.000,29.700 metres)
Number of People Initially in This Floor = 150
trappa2vån3 : (5.71,14.27 m), 90.00 degrees, 1.40 m wide, connected to trappa2
nödtrappavån3 : (5.00,10.61 m), 180.00 degrees, 1.20 m wide, connected to nödtrappa
-----
trapputgång (DXF file: trapphusutgång.dxf ) (Size: 11.200,4.000 metres)
Number of People Initially in This Floor = 0
nödtrappa : (5.61,4.00 m), 90.00 degrees, 1.20 m wide, connected to nödtrappa
nödutuppifrån : (5.60,-0.05 m), 90.00 degrees, 1.20 m wide
-----
trappa2 (Size: 1.140,10.000 metres)
Number of People Initially in This Stair = 0
trappa2vån2 : (0.65,0.00 m), 270.00 degrees, 1.14 m wide, connected to Våning 2
trappa2vån3 : (0.65,10.00 m), 90.00 degrees, 1.40 m wide, connected to Våning 3
-----
trappal (Size: 1.180,10.000 metres)
Number of People Initially in This Stair = 0
trappalvån1 : (0.60,0.00 m), 270.00 degrees, 1.18 m wide, connected to Våning 1
trappalvån2 : (0.60,10.00 m), 90.00 degrees, 1.18 m wide, connected to Våning 2
-----
nödtrappa (Size: 1.400,15.000 metres)
Number of People Initially in This Stair = 0
nödtrappa : (0.70,0.00 m), 270.00 degrees, 1.20 m wide, connected to trapputgång
nödtrappavån3 : (0.60,15.00 m), 90.00 degrees, 1.20 m wide, connected to Våning 3
nödtrappavån2 : (1.40,7.35 m), 0.00 degrees, 1.20 m wide, connected to Våning 2
-----
All people reached the exit in 5:02.8.
```

| Time(s), N (People)         | 150 | 11  | Number of people through | Number of people through |
|-----------------------------|-----|-----|--------------------------|--------------------------|
| exits over 5-second periods | 155 | 12  | huvingång                | over 5-second            |
| Time(s), N (People)         | 160 | 15  | periods                  | Time(s), N (People)      |
| 5                           | 0   | 165 | 5                        | 0                        |
| 10                          | 0   | 170 | 10                       | 0                        |
| 15                          | 0   | 175 | 15                       | 0                        |
| 20                          | 0   | 180 | 20                       | 0                        |
| 25                          | 0   | 185 | 25                       | 0                        |
| 30                          | 0   | 190 | 30                       | 0                        |
| 35                          | 0   | 195 | 35                       | 0                        |
| 40                          | 0   | 200 | 40                       | 0                        |
| 45                          | 0   | 205 | 45                       | 0                        |
| 50                          | 0   | 210 | 50                       | 0                        |
| 55                          | 0   | 215 | 55                       | 0                        |
| 60                          | 4   | 220 | 60                       | 2                        |
| 65                          | 9   | 225 | 65                       | 1                        |
| 70                          | 11  | 230 | 70                       | 6                        |
| 75                          | 7   | 235 | 75                       | 1                        |
| 80                          | 8   | 240 | 80                       | 0                        |
| 85                          | 7   | 245 | 85                       | 0                        |
| 90                          | 8   | 250 | 90                       | 0                        |
| 95                          | 7   | 255 | 95                       | 0                        |
| 100                         | 7   | 260 | 100                      | 0                        |
| 105                         | 8   | 265 | 105                      | 0                        |
| 110                         | 8   | 270 | 110                      | 0                        |
| 115                         | 7   | 275 | 115                      | 0                        |
| 120                         | 6   | 280 | 120                      | 0                        |
| 125                         | 3   | 285 | 125                      | 0                        |
| 130                         | 0   | 290 | 130                      | 0                        |
| 135                         | 3   | 295 | 135                      | 1                        |
| 140                         | 6   | 300 |                          |                          |
| 145                         | 6   | 305 |                          |                          |

# Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

|                             |   |                           |    |                           |   |
|-----------------------------|---|---------------------------|----|---------------------------|---|
| 140                         | 1 | 95                        | 0  | 270                       | 3 |
| 145                         | 2 | 100                       | 0  | 275                       | 5 |
| 150                         | 4 | 105                       | 0  | 280                       | 7 |
| 155                         | 6 | 110                       | 0  | 285                       | 6 |
| 160                         | 5 | 115                       | 0  | 290                       | 4 |
| 165                         | 5 | 120                       | 0  | 295                       | 5 |
| 170                         | 1 | 125                       | 0  | 300                       | 1 |
| 175                         | 5 | 130                       | 0  | 305                       | 0 |
| 180                         | 3 | 135                       | 2  |                           |   |
| 185                         | 7 | 140                       | 5  | Number of people through  |   |
| 190                         | 3 | 145                       | 4  | trappalvån2 over 5-second |   |
| 195                         | 3 | 150                       | 7  | periods                   |   |
| 200                         | 3 | 155                       | 6  | Time(s), N (People)       |   |
| 205                         | 5 | 160                       | 10 | 5                         | 0 |
| 210                         | 3 | 165                       | 10 | 10                        | 0 |
| 215                         | 1 | 170                       | 10 | 15                        | 0 |
| 220                         | 7 | 175                       | 7  | 20                        | 0 |
| 225                         | 1 | 180                       | 8  | 25                        | 0 |
| 230                         | 6 | 185                       | 10 | 30                        | 0 |
| 235                         | 5 | 190                       | 8  | 35                        | 0 |
| 240                         | 3 | 195                       | 9  | 40                        | 0 |
| 245                         | 6 | 200                       | 11 | 45                        | 0 |
| 250                         | 7 | 205                       | 5  | 50                        | 0 |
| 255                         | 5 | 210                       | 8  | 55                        | 0 |
| 260                         | 7 | 215                       | 8  | 60                        | 0 |
| 265                         | 7 | 220                       | 10 | 65                        | 0 |
| 270                         | 6 | 225                       | 7  | 70                        | 0 |
| 275                         | 2 | 230                       | 4  | 75                        | 0 |
| 280                         | 6 | 235                       | 1  | 80                        | 0 |
| 285                         | 5 | 240                       | 0  | 85                        | 0 |
| 290                         | 6 |                           |    | 90                        | 0 |
| 295                         | 5 | Number of people through  |    | 95                        | 0 |
| 300                         | 6 | trappalvån1 over 5-second |    | 100                       | 0 |
| 305                         | 2 | periods                   |    | 105                       | 0 |
|                             |   | Time(s), N (People)       |    | 110                       | 0 |
|                             |   | 5                         | 0  | 115                       | 1 |
| Number of people through    |   | 10                        | 0  | 120                       | 1 |
| nödutplan1 over 5-second    |   | 15                        | 0  | 125                       | 4 |
| periods                     |   | 20                        | 0  | 130                       | 4 |
| Time(s), N (People)         |   | 25                        | 0  | 135                       | 5 |
| 5                           | 0 | 30                        | 0  | 140                       | 4 |
| 10                          | 0 | 35                        | 0  | 145                       | 5 |
| 15                          | 0 | 40                        | 0  | 150                       | 5 |
| 20                          | 0 | 45                        | 0  | 155                       | 3 |
| 25                          | 0 | 50                        | 0  | 160                       | 4 |
| 30                          | 0 | 55                        | 0  | 165                       | 4 |
| 35                          | 0 | 60                        | 0  | 170                       | 4 |
| 40                          | 0 | 65                        | 0  | 175                       | 2 |
| 45                          | 0 | 70                        | 0  | 180                       | 4 |
| 50                          | 0 | 75                        | 0  | 185                       | 4 |
| 55                          | 0 | 80                        | 0  | 190                       | 3 |
| 60                          | 2 | 85                        | 0  | 195                       | 3 |
| 65                          | 8 | 90                        | 0  | 200                       | 4 |
| 70                          | 5 | 95                        | 0  | 205                       | 4 |
| 75                          | 6 | 100                       | 0  | 210                       | 6 |
| 80                          | 8 | 105                       | 0  | 215                       | 5 |
| 85                          | 7 | 110                       | 0  | 220                       | 7 |
| 90                          | 8 | 115                       | 0  | 225                       | 7 |
| 95                          | 7 | 120                       | 0  | 230                       | 6 |
| 100                         | 7 | 125                       | 0  | 235                       | 5 |
| 105                         | 8 | 130                       | 1  | 240                       | 7 |
| 110                         | 8 | 135                       | 2  | 245                       | 5 |
| 115                         | 7 | 140                       | 1  | 250                       | 5 |
| 120                         | 6 | 145                       | 5  | 255                       | 4 |
| 125                         | 3 | 150                       | 6  | 260                       | 5 |
| 130                         | 0 | 155                       | 5  | 265                       | 6 |
|                             |   | 160                       | 4  | 270                       | 5 |
| Number of people through    |   | 165                       | 3  | 275                       | 5 |
| nödutuppifrån over 5-second |   | 170                       | 4  | 280                       | 4 |
| periods                     |   | 175                       | 4  | 285                       | 0 |
| Time(s), N (People)         |   | 180                       | 5  |                           |   |
| 5                           | 0 | 185                       | 4  | Number of people through  |   |
| 10                          | 0 | 190                       | 2  | trappa2vån2 over 5-second |   |
| 15                          | 0 | 195                       | 4  | periods                   |   |
| 20                          | 0 | 200                       | 4  | Time(s), N (People)       |   |
| 25                          | 0 | 205                       | 4  | 5                         | 0 |
| 30                          | 0 | 210                       | 2  | 10                        | 0 |
| 35                          | 0 | 215                       | 5  | 15                        | 0 |
| 40                          | 0 | 220                       | 3  | 20                        | 0 |
| 45                          | 0 | 225                       | 5  | 25                        | 0 |
| 50                          | 0 | 230                       | 4  | 30                        | 0 |
| 55                          | 0 | 235                       | 5  | 35                        | 0 |
| 60                          | 0 | 240                       | 8  | 40                        | 0 |
| 65                          | 0 | 245                       | 6  | 45                        | 0 |
| 70                          | 0 | 250                       | 5  | 50                        | 0 |
| 75                          | 0 | 255                       | 8  | 55                        | 0 |
| 80                          | 0 | 260                       | 5  | 60                        | 0 |
| 85                          | 0 | 265                       | 5  | 65                        | 0 |
| 90                          | 0 |                           |    |                           |   |



## 18.2 Soffbranden

Number of Floors = 4  
 Number of Staircases = 3  
 Number of Exits = 4  
 Number of Links = 7  
 Number of People = 400

Våning 1 (DXF file: våning ett.dxf ) (Size: 21.000,29.700 metres)

Number of People Initially in This Floor = 100

trappalvån1 : (6.80,11.54 m), 90.00 degrees, 1.18 m wide, connected to trappal

huvingång : (6.06,4.98 m), 90.00 degrees, 1.50 m wide

nödutplan1 : (12.99,5.19 m), 90.00 degrees, 1.00 m wide

nödutpuffifrån : (2.15,3.40 m), 0.00 degrees, 2.00 m wide

Våning 2 (DXF file: Våning 2till...dxf ) (Size: 21.000,29.700 metres)

Number of People Initially in This Floor = 150

trappalvån2 : (5.79,12.20 m), 90.00 degrees, 1.18 m wide, connected to trappal

trappa2vån2 : (7.25,12.19 m), 89.26 degrees, 1.14 m wide, connected to trappa2

nödtrappavån2 : (5.01,10.59 m), 180.00 degrees, 1.20 m wide, connected to nödrappa

Våning 3 (DXF file: Våning 3 ltil...dxf ) (Size: 21.000,29.700 metres)

Number of People Initially in This Floor = 150

trappa2vån3 : (5.71,14.27 m), 90.00 degrees, 1.40 m wide, connected to trappa2

nödtrappavån3 : (5.00,10.61 m), 180.00 degrees, 1.20 m wide, connected to nödrappa

trapputgång (DXF file: trapphusutgång.dxf ) (Size: 11.200,4.000 metres)

Number of People Initially in This Floor = 0

nödtrappa : (5.61,4.00 m), 90.00 degrees, 1.20 m wide, connected to nödrappa

nödutpuffifrån : (5.60,-0.05 m), 90.00 degrees, 1.20 m wide

trappa2 (Size: 1.140,10.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

trappa2vån2 : (0.65,0.00 m), 270.00 degrees, 1.14 m wide, connected to Våning 2

trappa2vån3 : (0.65,10.00 m), 90.00 degrees, 1.40 m wide, connected to Våning 3

trappal (Size: 1.180,10.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

trappalvån1 : (0.60,0.00 m), 270.00 degrees, 1.18 m wide, connected to Våning 1

trappalvån2 : (0.60,10.00 m), 90.00 degrees, 1.18 m wide, connected to Våning 2

nödrappa (Size: 1.400,15.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

nödrappa : (0.70,0.00 m), 270.00 degrees, 1.20 m wide, connected to trapputgång

nödtrappavån3 : (0.60,15.00 m), 90.00 degrees, 1.20 m wide, connected to Våning 3

nödtrappavån2 : (1.40,7.35 m), 0.00 degrees, 1.20 m wide, connected to Våning 2

All people reached the exit in 4:01.3.

|  |     |    |     |    |
|--|-----|----|-----|----|
| Number of people through all exits over 5-second periods | 170 | 14 | 80  | 0  |
| Time(s), N (People)                                      | 175 | 11 | 85  | 3  |
| 5  | 180 | 16 | 90  | 2  |
| 10   | 185 | 12 | 95  | 2  |
| 15   | 190 | 9  | 100 | 1  |
| 20   | 195 | 12 | 105 | 3  |
| 25   | 200 | 10 | 110 | 5  |
| 30   | 205 | 10 | 115 | 6  |
| 35   | 210 | 9  | 120 | 7  |
| 40   | 215 | 8  | 125 | 8  |
| 45   | 220 | 10 | 130 | 8  |
| 50   | 225 | 10 | 135 | 9  |
| 55   | 230 | 9  | 140 | 10 |
| 60   | 235 | 8  | 145 | 9  |
| 65   | 240 | 9  | 150 | 9  |
| 70   | 245 | 3  | 155 | 10 |
| 75   |     |    | 160 | 8  |
| 80   |     |    | 165 | 8  |
| 85   |     |    | 170 | 9  |
| 90   |     |    | 175 | 6  |
| 95   |     |    | 180 | 8  |
| 100  |     |    | 185 | 9  |
| 105  |     |    | 190 | 7  |
| 110  |     |    | 195 | 9  |
| 115  |     |    | 200 | 8  |
| 120  |     |    | 205 | 10 |
| 125  |     |    | 210 | 9  |
| 130  |     |    | 215 | 8  |
| 135  |     |    | 220 | 10 |
| 140  |     |    | 225 | 10 |
| 145  |     |    | 230 | 9  |
| 150  |     |    | 235 | 8  |
| 155  |     |    | 240 | 9  |
| 160  |     |    | 245 | 3  |
| 165  |     |    |     |    |

## Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
| Number of people through<br>nödutplan1 over 5-second<br>periods    | 25   | 0 | 200  | 4 |
| Time(s), N (People)  | 30   | 0 | 205  | 7 |
| 5  | 35   | 0 | 210  | 6 |
| 10   | 40   | 0 | 215  | 3 |
| 15   | 45   | 0 | 220  | 2 |
| 20   | 50   | 0 | 225  | 0 |
| 25   | 55   | 0 |  |   |
| 30   | 60   | 0 | Number of people through<br>trappa2vån2 over 5-second<br>periods |   |
| 35   | 65   | 0 | Time(s), N (People)  |   |
| 40   | 70   | 0 | 5  | 0 |
| 45   | 75   | 1 | 10   | 0 |
| 50   | 80   | 2 | 15   | 0 |
| 55   | 85   | 2 | 20   | 0 |
| 60   | 90   | 2 | 25   | 0 |
| 65   | 95   | 2 | 30   | 0 |
| 70   | 100  | 4 | 35   | 0 |
| 75   | 105  | 5 | 40   | 0 |
| 80   | 110  | 4 | 45   | 0 |
| 85   | 115  | 5 | 50   | 0 |
| 90   | 120  | 6 | 55   | 0 |
| 95   | 125  | 3 | 60   | 2 |
| 100  | 130  | 6 | 65   | 1 |
| 105  | 135  | 4 | 70   | 3 |
| 110  | 140  | 4 | 75   | 2 |
| 115  | 145  | 5 | 80   | 4 |
| 120  | 150  | 5 | 85   | 5 |
| 125  | 155  | 3 | 90   | 5 |
| 130  | 160  | 5 | 95   | 5 |
| 135  | 165  | 3 | 100  | 2 |
| 140  | 170  | 5 | 105  | 2 |
|  | 175  | 6 | 110  | 0 |
| Number of people through<br>nödutuppifrån over 5-second<br>periods | 180  | 6 | 115  | 1 |
| Time(s), N (People)  | 185  | 5 | 120  | 1 |
| 5  | 190  | 6 | 125  | 2 |
| 10   | 195  | 6 | 130  | 1 |
| 15   | 200  | 7 | 135  | 1 |
| 20   | 205  | 6 | 140  | 1 |
| 25   | 210  | 6 | 145  | 0 |
| 30   | 215  | 6 | 150  | 1 |
| 35   | 220  | 6 | 155  | 1 |
| 40   | 225  | 5 | 160  | 1 |
| 45   | 230  | 5 | 165  | 2 |
|  | 235  | 4 | 170  | 1 |
| 50   | 240  | 0 | 175  | 1 |
| 55   |  |   | 180  | 1 |
| 60   | Number of people through<br>trappalvån2 over 5-second<br>periods |   | 185  | 1 |
| 65   | Time(s), N (People)  |   | 190  | 3 |
| 70   | 5  | 0 | 195  | 2 |
| 75   | 10   | 0 | 200  | 5 |
| 80   | 15   | 0 | 205  | 6 |
| 85   | 20   | 0 | 210  | 5 |
| 90   | 25   | 0 | 215  | 2 |
| 95   | 30   | 0 | 220  | 0 |
| 100  | 35   | 0 |  |   |
| 105  | 40   | 0 | Number of people through<br>trappa2vån3 over 5-second<br>periods |   |
| 110  | 45   | 0 | Time(s), N (People)  |   |
| 115  | 50   | 0 | 5  | 0 |
| 120  | 55   | 0 | 10   | 0 |
| 125  | 60   | 0 | 15   | 0 |
| 130  | 65   | 3 | 20   | 0 |
| 135  | 70   | 2 | 25   | 0 |
| 140  | 75   | 2 | 30   | 0 |
| 145  | 80   | 3 | 35   | 0 |
| 150  | 85   | 5 | 40   | 0 |
| 155  | 90   | 5 | 45   | 1 |
| 160  | 95   | 5 | 50   | 2 |
| 165  | 100  | 4 | 55   | 2 |
| 170  | 105  | 5 | 60   | 4 |
| 175  | 110  | 5 | 65   | 5 |
| 180  | 115  | 4 | 70   | 6 |
| 185  | 120  | 4 | 75   | 6 |
| 190  | 125  | 4 | 80   | 5 |
| 195  | 130  | 5 | 85   | 7 |
| 200  | 135  | 4 | 90   | 6 |
| 205  | 140  | 4 | 95   | 6 |
|  | 145  | 4 | 100  | 6 |
| Number of people through<br>trappalvån1 over 5-second<br>periods   | 150  | 6 | 105  | 6 |
| Time(s), N (People)  | 155  | 4 | 110  | 5 |
| 5  | 160  | 7 | 115  | 3 |
| 10   | 165  | 5 | 120  | 0 |
| 15   | 170  | 6 |  |   |
| 20   | 175  | 6 |  |   |
|  | 180  | 7 |  |   |
|  | 185  | 6 |  |   |
|  | 190  | 7 |  |   |
|  | 195  | 6 |  |   |

## Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

---

| Number of people through<br>nödtrappa over 5-second<br>periods | Time(s), N (People) |     |   |
|--|---------------------|-----|---|
| 5  | 0                   | 60  | 0 |
| 10   | 0                   | 65  | 0 |
| 15   | 0                   | 70  | 0 |
| 20   | 0                   | 75  | 0 |
| 25   | 0                   | 80  | 0 |
| 30   | 0                   | 85  | 0 |
| 35   | 0                   | 90  | 1 |
| 40   | 0                   | 95  | 0 |
| 45   | 0                   | 100 | 4 |
| 50   | 0                   | 105 | 3 |
| 55   | 0                   | 110 | 3 |
| 60   | 0                   | 115 | 4 |
| 65   | 0                   | 120 | 2 |
| 70   | 0                   | 125 | 5 |
| 75   | 2                   | 130 | 2 |
| 80   | 2                   | 135 | 3 |
| 85   | 2                   | 140 | 5 |
| 90   | 9                   | 145 | 5 |
| 95   | 7                   | 150 | 6 |
| 100  | 8                   | 155 | 5 |
| 105  | 7                   | 160 | 5 |
| 110  | 8                   | 165 | 5 |
| 115  | 9                   | 170 | 4 |
| 120  | 9                   | 175 | 4 |
| 125  | 8                   | 180 | 2 |
| 130  | 9                   | 185 | 2 |
| 135  | 8                   | 190 | 0 |
| 140  | 9                   |     |   |
| 145  | 6                   |     |   |
| 150  | 6                   |     |   |
| 155  | 5                   |     |   |
| 160  | 5                   |     |   |
| 165  | 7                   |     |   |
| 170  | 4                   |     |   |
| 175  | 8                   |     |   |
| 180  | 4                   |     |   |
| 185  | 2                   |     |   |
| 190  | 4                   |     |   |
| 195  | 2                   |     |   |
| 200  | 0                   |     |   |

| Number of people through<br>nödtrappavån3 over 5-second<br>periods | Time(s), N (People) |
|--|---------------------|
| 5  | 0                   |
| 10   | 0                   |
| 15   | 0                   |
| 20   | 0                   |
| 25   | 0                   |
| 30   | 0                   |
| 35   | 0                   |
| 40   | 0                   |
| 45   | 0                   |
| 50   | 0                   |
| 55   | 3                   |
| 60   | 4                   |
| 65   | 7                   |
| 70   | 7                   |
| 75   | 8                   |
| 80   | 8                   |
| 85   | 7                   |
| 90   | 7                   |
| 95   | 7                   |
| 100  | 8                   |
| 105  | 8                   |
| 110  | 6                   |
| 115  | 0                   |

| Number of people through<br>nödtrappavån2 over 5-second<br>periods | Time(s), N (People) |
|--|---------------------|
| 5  | 0                   |
| 10   | 0                   |
| 15   | 0                   |
| 20   | 0                   |
| 25   | 0                   |
| 30   | 0                   |
| 35   | 0                   |
| 40   | 0                   |
| 45   | 0                   |
| 50   | 0                   |
| 55   | 0                   |

## 19 Indata FDS

```
&HEAD CHID='6mwalfa02',TITLE='Garderobsbrand' /
&TIME TWFIN=120. /
&MISC SURF_DEFAULT='CONCRETE',NFRAMES=40, /

&REAC ID='POLYURETHANE'
FYI='C_6.3 H_7.1 N O_2.1, NFPA Handbook, Babrauskas'
SOOT_YIELD = 0.10
MW_FUEL = 130.3
FUEL_N2 = 0.5
NU_CO2 = 6.3
NU_H2O = 3.55
NU_O2 = 7.025/

&SURF ID = 'CONCRETE'
FYI = 'Quintiere, Fire Behavior'
RGB = 1.0,0.8,0.4
ALPHA = 5.7E-7
KS = 1.0
DELTA = 0.2 /

&SURF ID='BRUN',RGB=0.41,0.20,0.00/
&SURF ID='INERT',RGB=1.0,0.5,0.0/
&SURF ID='burner',HRRPUA=2400, TAU_Q=-173, RGB=1.0,0.0,0.0, /
&OBST XB= 3.00, 8.00, 9.75, 10.25, 0.50, 0.75,SURF_IDS='burner','INERT','INERT' /

&GRID IBAR=96,JBAR=24,KBAR=32 /
&PDIM XBAR0=0.00,XBAR=12.00,YBAR0=7.25,YBAR=10.25,ZBAR=4.00 /'garderoben'
&VENT XB= 8.5,9.25,7.25,7.25,0.0,2.0, RGB=0.0,1.0,0.0, SURF_ID='OPEN' / 'UNDERTRAPPEN'
&VENT XB= 0.0,0.0,7.5,10.0,0.0,2.25, RGB=0.0,1.0,0.0, SURF_ID='OPEN' / 'UTGÅNG OCH RESTAURANG-
KOMBO'
&VENT XB= 0.0,12.0,7.25,10.25,0.0,0.0,RGB= 0.41,0.20,0.00/

&GRID IBAR=32,JBAR=24,KBAR=80 /
&PDIM XBAR0=8.00,XBAR=12.00,YBAR0=7.25,YBAR=10.25,ZBAR=10.00 / 'trapphuset'
&OBST XB=8.00,8.25, 7.25,9.00, 7.00,10.00, /
&OBST XB=9.25,12.00, 7.25,7.50, 0.0,10.00, /
&OBST XB=8.25,9.25, 7.25,7.50, 2.0,10.00, /
&OBST XB=8.00,12.00, 7.25,10.25, 9.75,10.00, /

&GRID IBAR=48,JBAR=12,KBAR=9 /
&PDIM XBAR0=0.00,XBAR=12.00,YBAR0=7.25,YBAR=10.25,ZBAR0=4.50,ZBAR=7.00 / 'utlopp, vån två'
&VENT XB= 0.0,8.0,7.25,10.25,4.5,4.5,RGB= 0.41,0.20,0.00/
&OBST XB= 3.50, 3.75, 8.00,10.25, 4.50, 7.00/

&GRID IBAR=48,JBAR=12,KBAR=9 /
&PDIM XBAR0=0.00,XBAR=12.00,YBAR0=7.25,YBAR=10.25,ZBAR0=7.25,ZBAR=9.75 / 'utlopp, vån TRE'
&VENT XB= 0.0,8.0,7.25,10.25,7.25,7.25,RGB= 0.41,0.20,0.00/

&GRID IBAR=10,JBAR=16,KBAR=18 /
&PDIM XBAR0=4.00,XBAR=5.25,YBAR0=9.50,YBAR=11.50,ZBAR0=4.50,ZBAR=6.75 / 'GRIDSLUSS, NÖDUTGÅNG
VÅN2'
&GRID IBAR=10,JBAR=16,KBAR=18 /
&PDIM XBAR0=5.00,XBAR=6.25,YBAR0=9.50,YBAR=11.50,ZBAR0=7.25,ZBAR=9.50 / 'GRIDSLUSS, NÖDUTGÅNG
VÅN3'

&GRID IBAR=16,JBAR=20,KBAR=5 /
&PDIM XBAR0=0.00,XBAR=8.00,YBAR0=0.25,YBAR=10.25,ZBAR0=4.50,ZBAR=7.00 / 'vån TVÅ,FRÄMRE'

&GRID IBAR=16,JBAR=20,KBAR=5 /
&PDIM XBAR0=0.00,XBAR=8.00,YBAR0=0.25,YBAR=8.25,ZBAR0=7.25,ZBAR=9.75 / 'vån TRE,FRÄMRE'
&OBST XB=6.50,8.00,7.25,7.50,9.25,9.75/
&OBST XB=6.25,6.50,7.25,10.25,7.25,9.75/

&GRID IBAR=16,JBAR=15,KBAR=5 /
&PDIM XBAR0=0.00,XBAR=16.00,YBAR0=0.00,YBAR=7.25,ZBAR0=4.50,ZBAR=7.00 / 'vån TVÅ,BORTRE'
&VENT XB= 0.0,16.0,0.0,7.25,4.5,4.5,RGB= 0.41,0.20,0.00/

&GRID IBAR=16,JBAR=15,KBAR=5 /
&PDIM XBAR0=0.00,XBAR=16.00,YBAR0=0.00,YBAR=7.25,ZBAR0=7.25,ZBAR=9.75 / 'vån TRE,BORTRE'
&VENT XB= 0.0,16.0,0.0,7.25,7.25,7.25,RGB= 0.41,0.20,0.00/

&GRID IBAR=18,JBAR=16,KBAR=56 /
&PDIM XBAR0=2.00,XBAR=6.50,YBAR0=10.25,YBAR=14.25,ZBAR0=0.00,ZBAR=14.00 / 'NÖDTRAPPHUSET'
```

## Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

```

&VENT XB= 2.0,2.0,11.5,13.0,0.0,2.25, RGB=0.0,1.0,0.0, SURF_ID='OPEN' / 'NÖDUTGÅNG'

&OBST XB=2.00,6.50, 10.50,12.25, 4.00, 4.50,SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /
&OBST XB=2.00,3.25, 12.25,14.25, 4.00, 4.50, SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /
&OBST XB=5.25,6.50, 12.25,14.25, 4.00, 4.50, SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /

&OBST XB=2.00,6.50, 10.50,12.25, 7.00, 7.25, SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /
&OBST XB=2.00,3.25, 12.25,14.25, 7.00, 7.25, SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /
&OBST XB=5.25,6.50, 12.25,14.25, 7.00, 7.25, SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /

&OBST XB=2.00,4.00, 10.25,10.50, 0.00,14.00,/
&OBST XB=6.25,6.50, 10.25,10.50, 0.00,14.00,/
&OBST XB=2.00,6.50, 10.25,10.50, 0.00, 4.50,SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /
&OBST XB=2.00,6.50, 10.25,10.50, 9.50,14.00, /
&OBST XB=2.00,6.50, 10.25,10.50, 6.75, 7.25,SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /
&OBST XB=2.00,4.00, 10.25,10.50, 4.50, 7.25, /
&OBST XB=5.25,6.50, 10.25,10.50, 4.50, 7.25, SURF_IDS= 'BRUN','INERT', 'INERT' /
&OBST XB=4.00,5.00, 10.25,10.50, 7.25,14.00, /

&OBST XB= 8.0, 8.25, 9.0, 10.25, 7.25, 7.0, SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' / trappsteg 2,5-3'
&OBST XB= 8.25, 8.5, 9., 10.25, 7., 6.75,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.5, 8.75, 9., 10.25, 6.75, 6.5,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.75, 9.0, 9., 10.25, 6.5, 6.25,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.0, 9.25, 9., 10.25, 6.25, 6.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.25, 9.5, 9., 10.25, 6., 5.75,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.5, 9.75, 9., 10.25, 5.75, 5.5,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.5, 12.00, 7.25, 10.25, 5.75, 5.5,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.00, 8.25, 7.5, 8.75, 4.25, 4.50,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' / 'trappsteg 2-2,5'
&OBST XB= 8.25, 8.50, 7.5, 8.75, 4.50, 4.75,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.50, 8.75, 7.5, 8.75, 4.75, 5.00,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.75, 9.00, 7.5, 8.75, 5.00, 5.25,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.00, 9.25, 7.5, 8.75, 5.25, 5.50,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.25, 9.50, 7.25, 8.75, 5.50, 5.75,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.0, 8.25, 9.0, 10.25, 4.5, 4.25,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' / 'trappsteg 1,5-2'
&OBST XB= 8.25, 8.5, 9., 10.25, 4.25, 4.00,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 0.00, 8.75, 8.75, 10.25, 4.0, 3.75/
&VENT XB= 8.50, 8.75, 8.75, 10.25, 4.0, 4.00,SURF_ID=BRUN/
&OBST XB= 0.0, 9.0, 8.75, 10.25, 3.75, 3.50/
&VENT XB= 8.75, 9.0, 8.75, 10.25, 3.75, 3.75,SURF_ID=BRUN/
&OBST XB= 0.0, 9.25, 8.75, 10.25, 3.50, 3.25/
&VENT XB= 9.00, 9.25, 8.75, 10.25, 3.50, 3.50,SURF_ID=BRUN/
&OBST XB= 0.0, 9.5, 8.75, 10.25, 3.25, 3.0/
&VENT XB= 9.25, 9.5, 8.75, 10.25, 3.25, 3.25,SURF_ID=BRUN/
&OBST XB= 9.5, 9.75, 9., 10.25, 3.0, 2.75,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.5, 12.00, 7.25, 10.25, 3.0, 0.0,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.00, 8.25, 7.25, 8.75, 1.75, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' / 'trappsteg 1-1,5'
&OBST XB= 8.25, 8.50, 7.25, 8.75, 2.00, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.50, 8.75, 7.25, 8.75, 2.25, 2.00,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.75, 9.00, 7.25, 8.75, 2.50, 2.00,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.00, 9.25, 7.25, 8.75, 2.75, 2.00,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 9.25, 9.50, 7.25, 8.75, 3.0, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /

```

## Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

```

&OBST XB= 7.75, 8.0, 7.25, 8.75, 1.50, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 7.50, 7.75, 7.25, 8.75, 1.25, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 7.25, 7.50, 7.25, 8.75, 1.00, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 7.00, 7.25, 7.25, 8.75, 0.75, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 6.75, 7.00, 7.25, 8.75, 0.50, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 6.50, 6.75, 7.25, 8.75, 0.25, 0.,SURF_IDS= 'BRUN','CONCRETE',
'CONCRETE' /
&OBST XB= 8.0, 8.25, 9.0, 8.75, 10., 4.25 / 'skiljevägg'
&OBST XB= 8.25, 8.5, 9., 8.75, 10., 4./

&OBST XB= 8.5, 8.75, 9., 8.75, 10., 3.75/
&OBST XB= 8.75, 9.0, 9., 8.75, 10., 3.50/
&OBST XB= 9.0, 9.25, 9., 8.75, 10., 3.25/
&OBST XB= 9.25, 9.5, 9., 8.75, 10., 3.0/
&OBST XB= 9.5, 9.75, 9., 8.75, 10., 2.75/
&OBST XB= 8.25, 8.5, 9., 10.25, 9.50, 10./ 'innertak'
&OBST XB= 8.5, 8.75, 9., 10.25, 9.25, 10./
&OBST XB= 8.75, 9.0, 9., 10.25, 9.0, 10./
&OBST XB= 9.0, 9.25, 9., 10.25, 8.75, 10./
&OBST XB= 9.25, 9.5, 9., 10.25, 8.50, 10./
&OBST XB= 9.5, 9.75, 9., 10.25, 8.25, 10./
&OBST XB= 9.75, 12.0, 7.25, 10.25, 8.25, 10./
&OBST XB= 7.00, 7.25, 7.25, 8.75, 3.75, 4.0/
&OBST XB= 6.75, 7.00, 7.25, 8.75, 3.50, 4.0/
&OBST XB= 6.50, 6.75, 7.25, 8.75, 3.25, 4.0/
&OBST XB= 0.00, 6.50, 7.25, 8.75, 3.00, 4.0/

&SPRK XYZ=3.0,9.625,2.875,MAKE='SPRINKLER_148' /
&SPRK XYZ=5.5,9.625,2.875,MAKE='SPRINKLER_148' /
&SPRK XYZ=8.0,9.625,2.875,MAKE='SPRINKLER_148' /

&HEAT XYZ=5.5,9.50,3.00,RTI=1.,ACTIVATION_TEMPERATURE=68./

&SLCF PBX=7.25,QUANTITY='visibility' /
&SLCF PBX=7.25,QUANTITY='TEMPERATURE' /
&SLCF PBY=8.25,QUANTITY='visibility' /
&SLCF PBY=8.25,QUANTITY='TEMPERATURE' /
&SLCF PBY=9.75,QUANTITY='visibility' /
&SLCF PBY=9.75,QUANTITY='TEMPERATURE' /

&THCP XYZ=4.875,10.00,6.375,QUANTITY='visibility',LABEL='VISVAN2' /
&THCP XYZ=4.875,10.75,6.375,QUANTITY='visibility',LABEL='VISNOD2' /
&THCP XYZ=5.625,10.00,9.125,QUANTITY='visibility',LABEL='VISVAN3' /
&THCP XYZ=5.625,10.75,9.125,QUANTITY='visibility',LABEL='VISNOD3' /
&THCP XYZ=4.875,10.00,6.375,QUANTITY='TEMPERATURE',LABEL='TEMPVAN2' /
&THCP XYZ=4.875,10.75,6.375,QUANTITY='TEMPERATURE',LABEL='TEMPNOD2' /
&THCP XYZ=5.625,10.00,9.125,QUANTITY='TEMPERATURE',LABEL='TEMPVAN3' /
&THCP XYZ=5.625,10.75,9.125,QUANTITY='TEMPERATURE',LABEL='TEMPNOD3' /

&PL3D DTSAM=30,WRITE_XYZ=.TRUE.,QUANTITIES='TEMPERATURE','HRRPUV','visibility' /

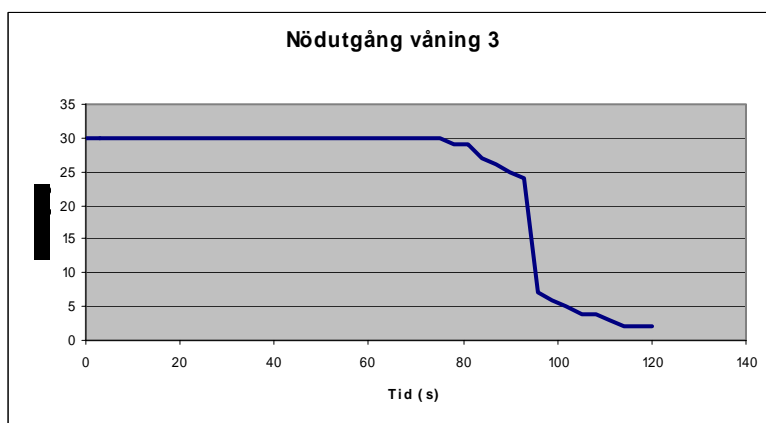
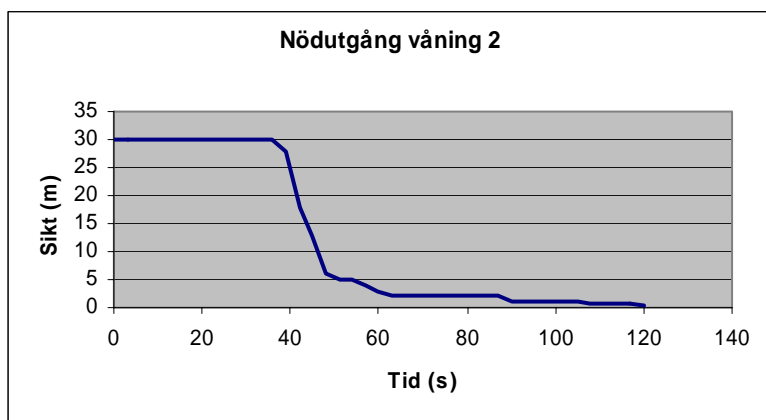
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE',VALUE(1)=80./

```

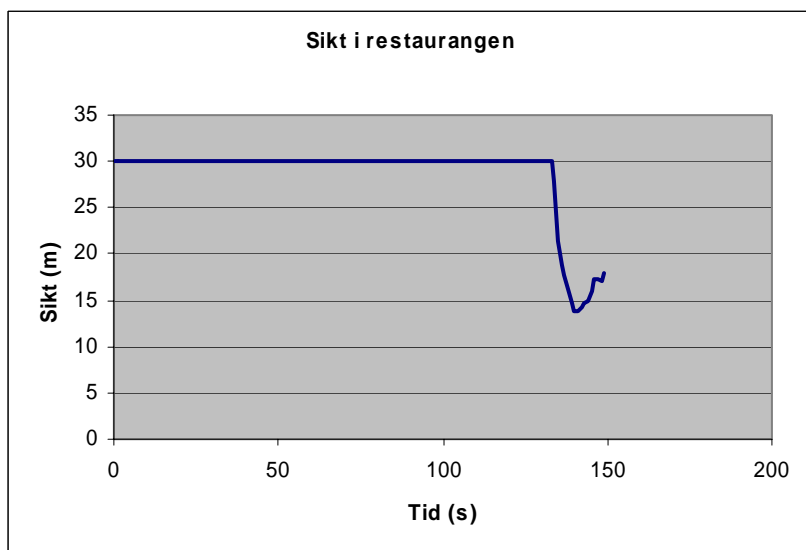


## 20 Utdata FDS

### 20.1 Dimensionerande branden



### 20.2 Verifiering av förbättringar



## 20.3 Verifiering

Sprinkler placerad 2,2 meter över branden, förskjuten 40 centimeter från plymens centrum.

$\alpha$ -värde: 0,20 kW\*s<sup>-2</sup>.

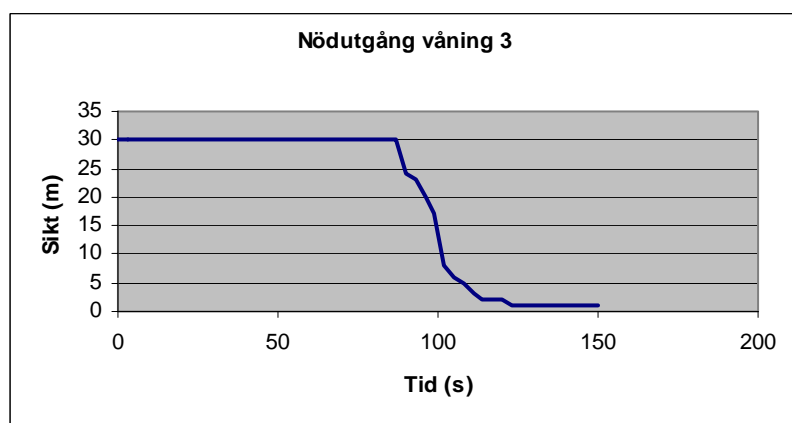
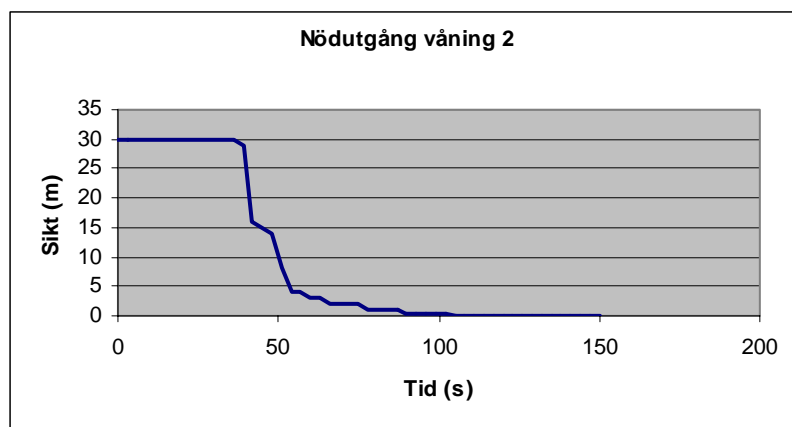
Aktiveringstemperatur: 68° C

|        | RTI 50      | RTI 148     |
|--------|-------------|-------------|
| FDS    | 60 sekunder | 84 sekunder |
| Detact | 38 sekunder | 50 sekunder |

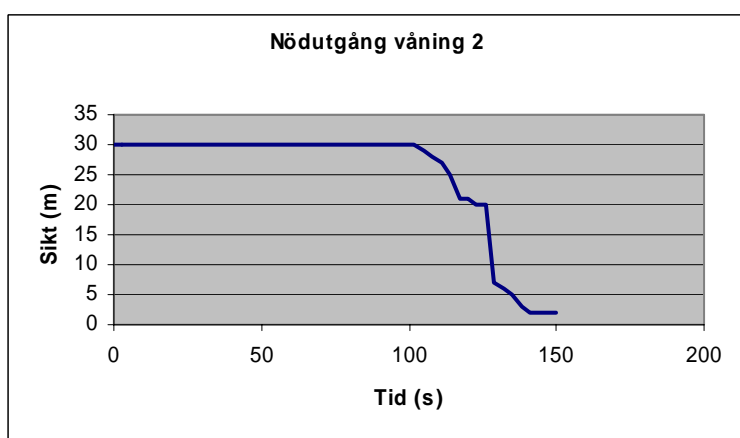
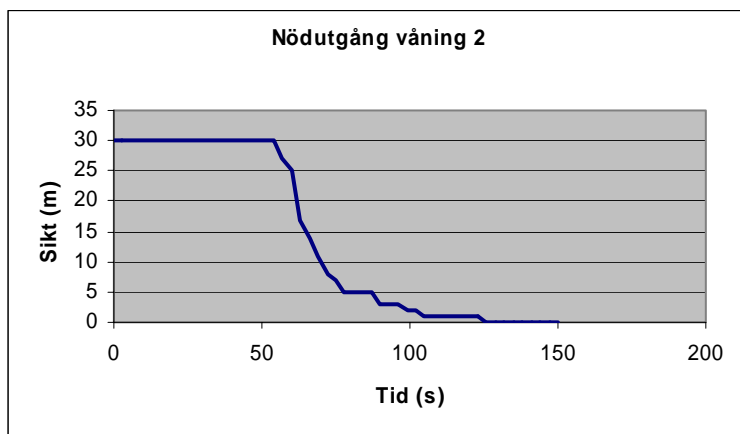
Tidsskillnaden mellan de bägge fallen beror på att Detact ej tar hänsyn till brandgasernas kylning av väggar och tak samt gasernas transporttider.

## 20.4 Känslighetsanalys

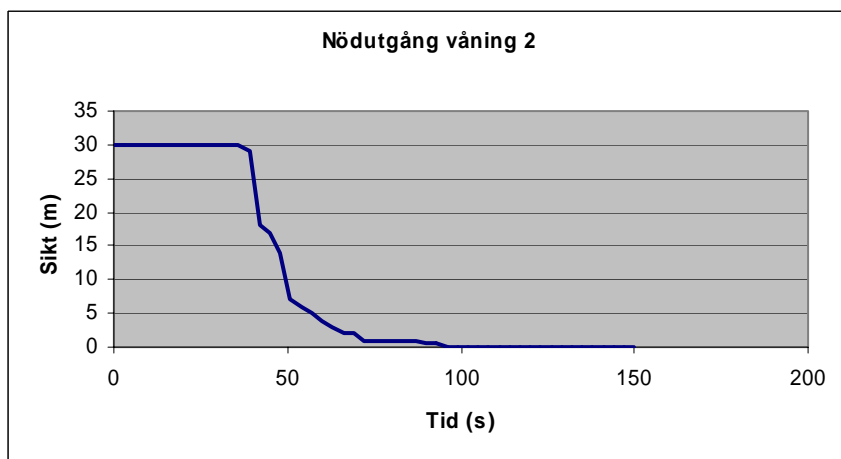
### 20.4.1 RTI-50

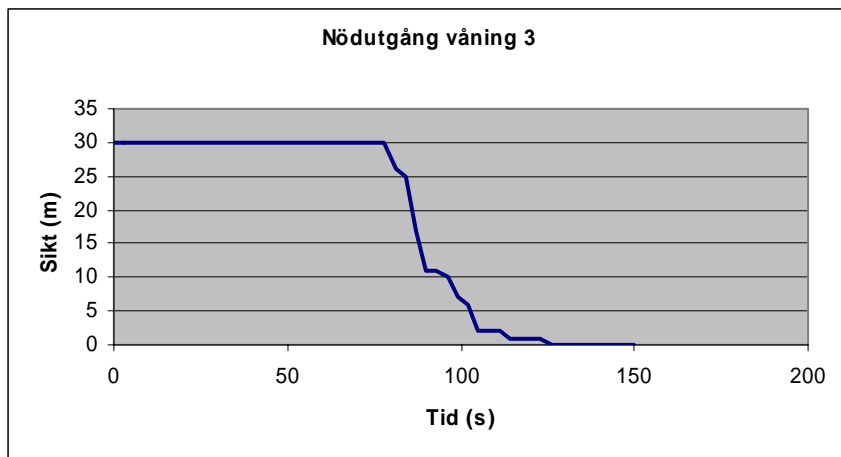


20.4.2  $\alpha$  0,047

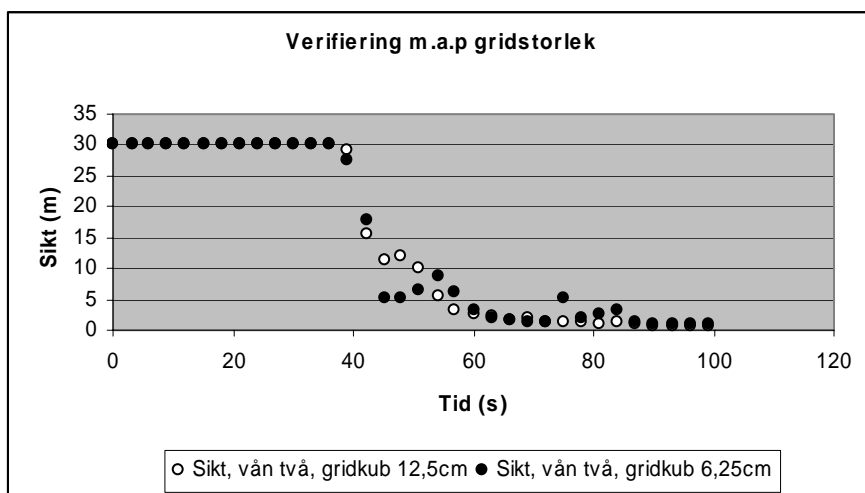
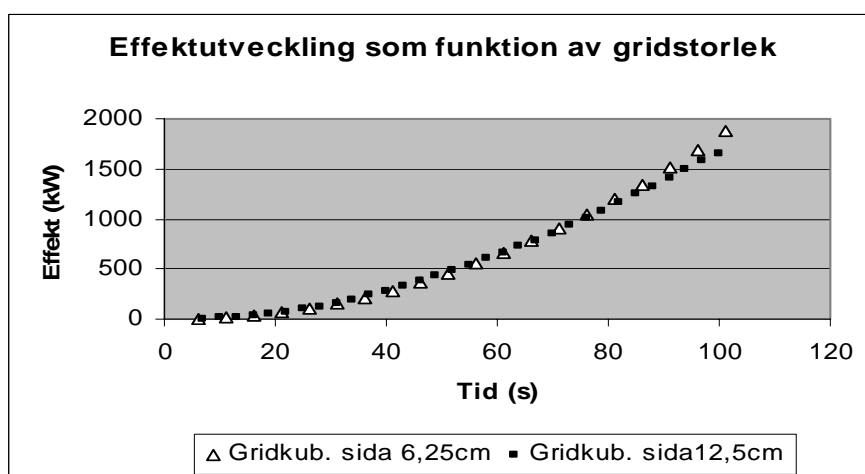


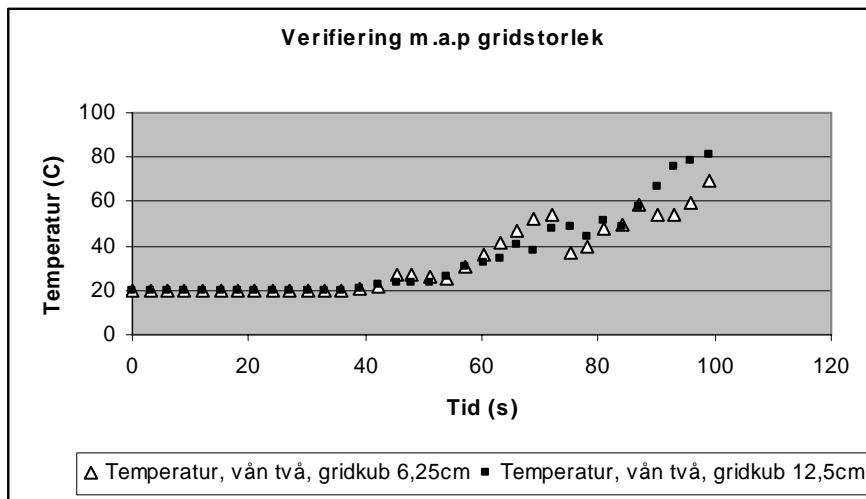
20.4.3 Effekt 1 MW





#### 20.4.4 Gridstorlek







## 21 Statistik

| Statistik över bränder i Restauranger/danslokaler 1996-2002 |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Objekttyp   | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | Totalt     |
| Restaurang/danslokal  | 124        | 123        | 123        | 121        | 148        | 137        | 125        | 901        |
| <b>Startutrymme för brand i Restaurang/danslokal</b>        |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Startutrymme  | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | Totalt     |
| Ej angivet  | 10         | 21         |            | 1          |            |            |            | 32         |
| Utomhus   | 10         | 9          | 3          | 13         | 17         | 6          | 9          | 67         |
| Fristående förråd/uthus                                     |            |            | 1          | 2          | 3          |            |            | 6          |
| Förråd  | 2          | 6          | 2          | 1          | 1          | 4          | 4          | 20         |
| Inbyggt garage  | 1          |            | 1          | 1          |            |            |            | 3          |
| Radgarage   | 2          |            |            |            |            |            |            | 2          |
| Kök   | 24         | 31         | 38         | 36         | 51         | 58         | 44         | 282        |
| Skorsten  | 2          |            | 3          | 5          | 2          | 2          | 3          | 17         |
| Pannrum   | 1          | 1          | 2          | 1          | 3          | 1          | 1          | 10         |
| Luftbehandlingsutrymme                                      | 3          | 1          | 2          | 1          | 4          | 2          |            | 13         |
| Soprum/sopnedkast   | 5          | 1          | 2          |            | 4          | 1          | 6          | 19         |
| Trapphus/korridor   | 5          | 4          | 2          |            | 1          | 1          | 2          | 15         |
| Tvättstuga  |            |            |            |            | 1          |            | 1          | 2          |
| Badrum/toalett/bastu  | 4          | 3          | 1          | 6          | 5          |            | 6          | 25         |
| Vardagsrum  | 7          |            |            | 1          |            |            |            | 8          |
| Sovrum/sovsal   |            |            | 1          |            |            |            |            | 1          |
| Hall  | 1          |            | 1          | 1          |            | 1          | 1          | 5          |
| Verkstad/hobbyrum   |            |            |            |            | 1          |            |            | 1          |
| Vind  | 2          | 1          |            |            | 1          | 2          | 1          | 7          |
| Källare (ej boyta)  | 4          | 1          | 5          | 4          | 3          | 1          | 1          | 19         |
| Balkong/loftgång  | 1          | 1          |            | 1          | 1          |            |            | 4          |
| Elcentral   | 3          |            | 4          | 1          |            | 5          | 4          | 17         |
| Produktionslokal  | 4          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 11         |
| Försäljningslokal   | 5          | 5          | 12         | 12         | 18         | 7          | 14         | 73         |
| Samlingslokal   | 11         | 16         | 18         | 14         | 9          | 14         | 16         | 98         |
| Personalutrymme   | 1          | 3          | 1          | 3          | 4          | 3          | 3          | 18         |
| Kontor  | 1          | 1          | 1          |            | 2          | 1          |            | 6          |
| Lastbrygga  |            |            |            |            | 1          | 4          |            | 5          |
| Lager   | 1          |            |            |            | 4          |            | 1          | 6          |
| Upplag  |            |            |            |            |            |            | 1          | 1          |
| Okänd   | 9          | 3          | 10         | 1          | 3          | 7          | 5          | 38         |
| Annat   | 12         | 17         | 12         | 19         | 17         | 19         | 7          | 103        |
| <b>Totalt</b>   | <b>131</b> | <b>126</b> | <b>124</b> | <b>125</b> | <b>157</b> | <b>140</b> | <b>131</b> | <b>934</b> |
| <i>Kommentar: En brand kan ha flera startutrymmen.</i>      |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Startföremål för brand i Restaurang/danslokal</b>        |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Startföremål  | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | Totalt     |
| Ej angivet  | 11         | 2          | 5          | 1          |            |            |            | 19         |
| Byggnadens utsida   | 10         | 15         | 4          | 11         | 21         | 12         | 7          | 80         |
| Rökkanal  | 1          | 2          | 5          | 4          | 2          | 3          | 3          | 20         |
| Lös inredning   | 6          | 18         | 16         | 23         | 10         | 10         | 11         | 94         |
| Eldstad   | 2          | 1          | 3          | 2          | 1          | 3          | 2          | 14         |
| Uppvärmningsanordning                                       | 3          | 4          | 4          | 5          | 6          | 5          | 5          | 32         |
| Bastuaggregat   |            |            |            | 1          | 1          |            |            | 2          |
| Torktumlare   | 1          |            |            |            | 1          |            |            | 2          |
| Diskmaskin  | 1          | 2          | 2          | 1          | 3          | 1          | 1          | 11         |

Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

|   |             |             |             |             |             |             |             |               |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Kaffebryggare   |             | 1           | 1           | 1           | 2           |             |             | 5             |
| Spis  | 10          | 9           | 17          | 7           | 18          | 20          | 20          | 101           |
| Kyl/frys  |             | 4           | 4           | 2           | 5           | 5           | 6           | 26            |
| Tvättmaskin   | 1           |             |             |             |             | 1           | 1           | 3             |
| TV  |             |             | 2           | 1           | 1           |             | 1           | 5             |
| Glödlampa   |             | 1           |             |             |             | 1           | 1           | 3             |
| Lysrör  | 4           | 2           | 2           | 1           | 4           | 2           | 5           | 20            |
| Transformator   | 1           | 1           | 1           |             | 2           | 1           | 1           | 7             |
| Andra elinstallationer                                  | 5           | 7           | 6           | 5           | 5           | 10          | 6           | 44            |
| Fläkt/ ventilationsanläggning                           | 3           | 4           | 2           | 3           | 7           | 6           | 2           | 27            |
| Skräp i container                                       | 2           | 2           | 2           | 2           | 6           | 6           | 5           | 25            |
| Maskin  |             |             | 1           | 2           | 1           |             |             | 4             |
| Personbil   |             |             |             |             | 1           |             |             | 1             |
| Övriga vägfordon  |             |             |             |             | 2           |             |             | 2             |
| Explosivt-/sprängämne                                   |             |             | 1           |             |             |             |             | 1             |
| Brandfarlig vätska                                      | 3           | 7           | 7           | 4           | 4           | 3           | 5           | 33            |
| Brandfarlig gas   |             |             |             | 1           | 3           |             |             | 4             |
| Okänd   | 20          | 19          | 18          | 14          | 17          | 17          | 21          | 126           |
| Annat   | 44          | 30          | 20          | 33          | 34          | 35          | 29          | 225           |
| <b>Totalt</b>   | <b>128</b>  | <b>131</b>  | <b>123</b>  | <b>124</b>  | <b>157</b>  | <b>141</b>  | <b>132</b>  | <b>936</b>    |
| <i>Kommentar: En brand kan ha flera startföremål.</i>   |             |             |             |             |             |             |             |               |
| <b>Brandorsak för brand i Restaurang/danslokal</b>      |             |             |             |             |             |             |             |               |
| <b>Brandorsak</b>                                       | <b>1996</b> | <b>1997</b> | <b>1998</b> | <b>1999</b> | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>Totalt</b> |
| Orsak ej angiven  | 52          | 39          | 29          | 38          | 44          | 36          | 38          | 276           |
| Återantändning  |             | 2           | 3           | 1           | 3           | 1           | 3           | 13            |
| Anlagd med uppsåt                                       | 26          | 31          | 20          | 21          | 28          | 22          | 11          | 159           |
| Barns lek med eld                                       |             | 1           | 1           |             | 1           |             | 2           | 5             |
| Glömd spis  | 4           | 1           | 8           | 4           | 7           | 9           | 10          | 43            |
| Rökning   | 4           |             | 5           | 3           | 4           | 5           | 5           | 26            |
| Levande ljus  | 3           | 2           | 6           | 7           | 2           | 1           | 3           | 24            |
| Tekniskt fel  | 15          | 16          | 18          | 13          | 29          | 16          | 25          | 132           |
| Blixtnedslag  |             | 2           |             |             |             | 1           |             | 3             |
| Fyrverkerier  |             |             |             | 1           |             |             | 1           | 2             |
| Hantverkare   | 1           | 2           |             | 3           |             |             |             | 6             |
| Explosion   |             |             | 1           |             | 1           | 2           |             | 4             |
| Soteld  | 1           | 1           | 2           | 3           | 2           | 2           | 2           | 13            |
| Värmeöverföring   | 5           | 7           | 9           | 8           | 10          | 18          | 10          | 67            |
| Gnistor   |             |             |             | 2           |             | 2           | 2           | 6             |
| Självantändning   | 1           | 7           | 11          | 7           | 5           | 11          | 9           | 51            |
| Annan   | 12          | 12          | 10          | 10          | 12          | 11          | 4           | 71            |
| <b>Totalt</b>   | <b>124</b>  | <b>123</b>  | <b>123</b>  | <b>121</b>  | <b>148</b>  | <b>137</b>  | <b>125</b>  | <b>901</b>    |
| <i>Kommentar: En brand kan endast ha en brandorsak.</i> |             |             |             |             |             |             |             |               |
| <b>Omfattning för branden vid Rtj ankomst</b>           |             |             |             |             |             |             |             |               |
| <b>Omfattning</b>                                       | <b>1996</b> | <b>1997</b> | <b>1998</b> | <b>1999</b> | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>Totalt</b> |
| Omfattning ej angiven                                   | 31          | 4           | 2           | 1           |             |             |             | 38            |
| Endast rökutveckling                                    | 19          | 24          | 20          | 24          | 36          | 33          | 29          | 185           |
| Brand i startföremålet                                  | 32          | 40          | 41          | 42          | 53          | 45          | 33          | 286           |
| Brand i ett rum   | 16          | 14          | 22          | 15          | 13          | 22          | 15          | 117           |
| Brand i flera rum                                       | 9           | 18          | 8           | 10          | 11          | 14          | 9           | 79            |
| Brand i flera brandceller                               | 8           | 6           | 3           | 3           | 3           | 3           | 5           | 31            |
| Branden släckt/slochnad                                 | 9           | 17          | 27          | 26          | 32          | 20          | 34          | 165           |
| <b>Totalt</b>   | <b>124</b>  | <b>123</b>  | <b>123</b>  | <b>121</b>  | <b>148</b>  | <b>137</b>  | <b>125</b>  | <b>901</b>    |
| <b>Omfattning när branden släckts av Rtj</b>            |             |             |             |             |             |             |             |               |

Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

| Omfattning                                 | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | Totalt     |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ej angiven                                 | 32         | 6          | 2          | 1          |            |            |            | 41         |
| I startföremålet                           | 46         | 65         | 72         | 71         | 97         | 83         | 81         | 515        |
| I startrummet                              | 16         | 20         | 30         | 24         | 30         | 28         | 24         | 172        |
| I startbrandcellen                         | 9          | 7          | 7          | 9          | 6          | 5          | 5          | 48         |
| I startbyggnaden                           | 19         | 23         | 12         | 15         | 14         | 21         | 14         | 118        |
| Branden spred sig till andra byggnader     | 2          | 2          |            | 1          | 1          |            | 1          | 7          |
|  | 124        |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>Totalt</b>                              |            | <b>123</b> | <b>123</b> | <b>121</b> | <b>148</b> | <b>137</b> | <b>125</b> | <b>901</b> |
| <b>Bränder per månad</b>                   |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Månad                                      | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | Totalt     |
| 01 Januari                                 | 10         | 10         | 8          | 10         | 10         | 15         | 6          | 69         |
| 02 Februari                                | 10         | 3          | 9          | 4          | 16         | 8          | 2          | 52         |
| 03 mars                                    | 11         | 9          | 17         | 8          | 9          | 5          | 7          | 66         |
| 04 April                                   | 14         | 13         | 4          | 10         | 11         | 10         | 13         | 75         |
| 05 Maj                                     | 10         | 11         | 10         | 14         | 13         | 18         | 17         | 93         |
| 06 juni                                    | 10         | 16         | 13         | 14         | 15         | 10         | 16         | 94         |
| 07 juli                                    | 14         | 10         | 8          | 5          | 13         | 16         | 10         | 76         |
| 08 Augusti                                 | 11         | 9          | 11         | 11         | 16         | 11         | 17         | 86         |
| 09 September                               | 4          | 14         | 6          | 11         | 10         | 4          | 6          | 55         |
| 10 Oktober                                 | 7          | 8          | 16         | 10         | 12         | 10         | 17         | 80         |
| 11 November                                | 10         | 7          | 14         | 11         | 8          | 13         | 6          | 69         |
| 12 December                                | 13         | 13         | 7          | 13         | 15         | 17         | 8          | 86         |
| <b>Totalt</b>                              | <b>124</b> | <b>123</b> | <b>123</b> | <b>121</b> | <b>148</b> | <b>137</b> | <b>125</b> | <b>901</b> |
| <b>Bränder per veckodag</b>                |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Veckodag                                   | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | Totalt     |
| 1 Måndag                                   | 20         | 18         | 16         | 17         | 17         | 23         | 23         | 134        |
| 2 Tisdag                                   | 19         | 16         | 12         | 16         | 16         | 15         | 16         | 110        |
| 3 Onsdag                                   | 19         | 16         | 10         | 20         | 18         | 17         | 17         | 117        |
| 4 Torsdag                                  | 8          | 13         | 13         | 16         | 19         | 18         | 13         | 100        |
| 5 Fredag                                   | 11         | 18         | 23         | 14         | 25         | 22         | 18         | 131        |
| 6 Lördag                                   | 28         | 29         | 30         | 24         | 25         | 26         | 24         | 186        |
| 7 Söndag                                   | 19         | 13         | 19         | 14         | 28         | 16         | 14         | 123        |
| <b>Totalt</b>                              | <b>124</b> | <b>123</b> | <b>123</b> | <b>121</b> | <b>148</b> | <b>137</b> | <b>125</b> | <b>901</b> |
| <b>Bränder per timme på dygnet (96-02)</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 0-1  | 72         |            |            |            |            |            |            |            |
| 1-2  | 59         |            |            |            |            |            |            |            |
| 2-3  | 57         |            |            |            |            |            |            |            |
| 3-4  | 51         |            |            |            |            |            |            |            |
| 4-5  | 32         |            |            |            |            |            |            |            |
| 5-6  | 34         |            |            |            |            |            |            |            |
| 6-7  | 11         |            |            |            |            |            |            |            |
| 7-8  | 12         |            |            |            |            |            |            |            |
| 8-9  | 30         |            |            |            |            |            |            |            |
| 9-10                                       | 28         |            |            |            |            |            |            |            |
| 10-11                                      | 33         |            |            |            |            |            |            |            |
| 11-12                                      | 43         |            |            |            |            |            |            |            |
| 12-13                                      | 40         |            |            |            |            |            |            |            |
| 13-14                                      | 32         |            |            |            |            |            |            |            |
| 14-15                                      | 31         |            |            |            |            |            |            |            |
| 15-16                                      | 29         |            |            |            |            |            |            |            |
| 16-17                                      | 34         |            |            |            |            |            |            |            |

## Brandteknisk riskvärdering av Le Cardinal

---

|       |    |  |  |  |  |  |  |  |
|-------|----|--|--|--|--|--|--|--|
| 17-18 | 39 |  |  |  |  |  |  |  |
| 18-19 | 41 |  |  |  |  |  |  |  |
| 19-20 | 34 |  |  |  |  |  |  |  |
| 20-21 | 36 |  |  |  |  |  |  |  |
| 21-22 | 36 |  |  |  |  |  |  |  |
| 22-23 | 43 |  |  |  |  |  |  |  |
| 23-24 | 44 |  |  |  |  |  |  |  |

## 22 Resultat klädbrand

### Massavbrinning

Massavbrinningen mättes med tre lastceller. Resultatet ses i diagram 1 nedan.

Resultatet i diagram 1 bygger på ett slags medelvärde på massavbrinningen var 5:e sekund.

### Effektutveckling

Effektutvecklingen erhålls genom ett  $\Delta H_c$  på 26 MJ/Kg (medelvärde mellan bomull, polyester och nylon) samt en förbränningseffektivitet på 70% (antagande). Resultatet ses i diagram 2 nedan.

