



**LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA**  
Lunds universitet  
Avdelningen för brandteknik

## **Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral**



**Rapport nr: 9206**

**Hösten 2003**

**Joel Jacobsson  
Magnus Nilsson  
Henric Svensson  
Richard Öberg**

**Handledare:**

**Johan Lundin  
Jens Christiansson**

# Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

**Avdelning för brandteknik**  
Lunds Tekniska Högskola  
Box 118  
221 00 LUND  
telefon: 046-222 73 00  
e-post: brand@brand.lth.se

**Department of Fire Safety Engineering**  
Lund Institute of Technology  
Box 118  
221 00 LUND SWEDEN  
telephone: +46-(0)46-222 73 00  
e-mail: brand@brand.lth.se

## **Brandteknisk riskvärdering av High Chaparral**

### **Fire safety evaluation of High Chaparral**

**Författare/authors:**

Joel Jacobsson  
Magnus Nilsson  
Henric Svensson  
Richard Öberg

Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, december 2003

Dept of Fire Safety Engineering, Lund University, December 2003

**Abstract:**

This report has been done to evaluate the fire safety in saloon Cheyenne with staff area at High Chaparral. It has been a goal in this report to be able to give a specific number of people to each of the departments and this has been done. Different safety systems have been added to the building during simulations and the requirement of the systems has been investigated. The safety systems have been tested in three different scenarios. The scenarios have been picked for different reasons but keywords have been probability and consequence.

The programs used for this assignment are Argos, Simulex and FDS. Argos is a two zone model. FDS is a CFD model and Simulex is an egress program.

**Keywords:** High Chaparral, Evacuation, Fire safety, Critical time, Fire modelling, Argos, FDS, Simulex, Saloon.

**Nyckelord:** High Chaparral, Utrymning, Brandsäkerhet, Kritisk tid, Brand modulering, Argos, FDS, Simulex, Saloon.

## Förord

Vi vill tacka de personer som har stöttat och hjälpt oss under arbetets gång. Utan dessa personers engagemang hade det inte varit möjligt att genomföra denna projektuppgift. Vi vill framförallt tacka våra handledare Johan Lundin på brandteknik och Jens Christiansson på Gislaveds räddningstjänst. Vi vill även tacka vaktmästare Anders Mattson, Robert Kantmark för korrekturläsningen, Per Thuresson för hjälp med bakgrundsmaterial och övriga som bidragit med information som hjälpt oss.

## Anmärkning

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

## Sammanfattning

Den här rapporten är framtagen för att undersöka personsäkerheten på Cheyenne saloon, High Chaparral. En granskning har gjorts om besökarna på Cheyenne saloon hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår. Resultaten bygger på datorsimuleringar, SP rapport 1990:41, handberäkningar, möte med handledare samt diskussioner.

High Chaparral började byggas 1966. Under 70-talet byggdes restaurang Diligensen där Cheyenne saloon ligger. Byggnaden består av trä och tegel vilket återspeglas i ytskiktet, där trä är bärande konstruktion. Byggnaderna har oftast uppförts utan bygglov och sedan godkänts i efterhand.

För att identifiera personsäkerhet har tre representativa brandförlopp studerats. Brandförloppen har tagits fram genom försök, rapporter, beräkningar och diskussioner.

Scenario anlagd:

En brand startas med uppsåt i anslutning till entrén. Detta försvårar utrymningen i entrédörr och ovanliggande utrymningsdörr. Dessutom blockeras en trappa inne i lokalen.

Scenario kök:

Branden startar i ett kylskåpsrelä. Sprider sig till träpanel ovanför kylskåpet. Efter en tid upptäcks branden av personalen och slås ner. Inga nödutgångar blockeras.

Scenario pannrum:

En brand vilken startar i pannrummet och sprider sig genom tak/vägg upp till personalrummet. Branden tillväxer i personalrummet. Sedan öppnas en dörr till saloonen. Den eventuellt nya utrymningsvägen är inte medtagen då den blockeras av branden.

Scenarierna har simulerats i Argos och Simulex samt en FDS som kontroll för den anlagda branden. I Argos har tider till kritiska förhållanden tagits fram. Dessa har sedan jämförts med utrymningstiderna i Simulex. För att personsäkerheten skall vara acceptabel måste utrymningen vara klar innan kritiska förhållanden uppstår. Undantag görs för den anlagda branden då denna inte är dimensionerande.

Personsäkerheten med dagens brandskydd i Cheyenne saloon är klart bristfälligt eftersom människor i händelse av valda brandförlopp kommer att utsättas för kritiska förhållanden. En förbättring man då kan göra för att minska andelen som utsätts för kritiska förhållanden är att installera ett brandlarm. Dock är det så att om man bara väljer att installera ett brandlarm (förutsättning: om tredje våningen är öppen har den en egen utrymningsväg) får man inte ta in mer än 600 personer i saloonen. Installerar man alla skyddsåtgärder som brandlarm, brandventilatorer samt ny utrymningsväg kan man tillåta 650 personer. Det vore ändå önskvärt att alla dessa tre åtgärder utföres med tanke på lokalens beskaffenhet. Vi har valt att inte svara på frågan: Hur många personer får man ta in i lokalen idag med dagens brandskydd? Tidigare olyckor t ex Göteborgsbranden visar att personantalet i en lokal begränsas av lokalens yta och inte dess brandskydd. I övrigt bör en del förbättringar genomföras i lokalen för att höja personsäkerheten, exempelvis nödbelysning, utmärkning av handbrandsläckare, skyltar om maximalt personantal etc.



## Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>9</b>
1.1 BAKGRUND .....	9
1.2 SYFTE.....	9
1.3 METOD.....	9
1.4 AVGRÄNSNINGAR.....	9
1.5 UPPLÄGG AV RAPPORTEN.....	10
1.6 TILLBUD I LIKNANDE LOKALER .....	10
<b>2. OBJEKTSBESKRIVNING.....</b>	<b>11</b>
2.1 HISTORIK .....	11
2.2 BYGGNADEN .....	11
2.3 VERKSAMHET.....	12
2.4 OBJEKTSÖVERSIKT .....	13
2.5 SEKTIONSRTNING .....	14
<b>3. NUVARANDE BRANDSKYDD - KVALITATIV VÄRDERING.....</b>	<b>15</b>
3.1 HANDBRANDSLÄCKARE .....	15
3.2 BRANDMUR.....	15
3.3 NÖDBELYSNINGSSKYLTAR .....	16
3.4 DÖRRAR .....	16
<b>4. RÄDDNINGSTJÄNSTENS DILEMMA .....</b>	<b>17</b>
<b>5. UTRYMNING.....</b>	<b>19</b>
5.1 KRITISKA FAKTORER FÖR MÄNNISKAN VID BRAND .....	19
5.2 MÄNSKLIGT BETEENDE VID BRAND.....	19
5.3 UTRYMNINGSTIDER.....	20
5.3.1 Varseblivning.....	20
5.3.2 Reaktion och beslut.....	20
5.3.3 Förflyttning.....	20
5.4 RÄDDNINGSTJÄNSTENS STRATEGI .....	20
5.5 PLANBESKRIVNING.....	21
5.5.1 Plan 1 (Saloon och restaurang).....	21
5.5.1 Plan 2 (Saloonen).....	21
5.5.3 Plan 3 (Saloonen).....	21
5.6 UTRYMNINGSPROBLEMATIK.....	22
5.7 SIMULERINGSFÖRENKLINGAR GÄLLANDE UTRYMNING .....	22
<b>6. BERÄKNINGSHJÄLPMEDEL .....</b>	<b>23</b>
6.1 SIMULEX .....	23
6.2 ARGOS.....	23
6.3 FDS.....	23
6.4 HANDBERÄKNINGSMETODER .....	24
<b>7. VAL AV SCENARIER, ANTAGANDEN OCH APPROXIMATIONER.....</b>	<b>25</b>
7.1 SCENARIOVAL .....	25
7.2 FÖRENKLINGAR FÖR SIMULERINGARNA .....	25
7.3 BRANDVENTILATION .....	26
7.4 BRANDLARMSANLÄGGNING .....	26
7.5 DETEKTORER .....	26
7.6 VENTILATION .....	26
7.7 ARBETSGÅNG .....	26
7.8 SKYDDSSYSTEM .....	27
<b>8. SCENARIO 1 – ANLAGD BRAND .....</b>	<b>29</b>
8.1 UTRYMNING.....	30
8.2 JÄMFÖRELSE HANDBERÄKNINGAR FÖR ANLAGD BRAND .....	32

<b>9. BRAND I KÖKET .....</b>	<b>33</b>
9.1 UTRYMNING .....	34
9.3 JÄMFÖRELSE HANDBERÄKNINGAR SAMT FDS PÅ KÖKSBRAND .....	36
9.4 KÄNSLIGHETSANALYS .....	37
<b>10. SCENARIO 3 – BRAND I PANNRUM .....</b>	<b>39</b>
10.1 UTRYMNING .....	40
10.2 KÄNSLIGHETSANALYS .....	42
10.2 KÄNSLIGHETSANALYS .....	43
10.3 JÄMFÖRELSE HANDBERÄKNINGAR BRAND I PANNRUM .....	43
<b>11. SLUTSATS .....</b>	<b>45</b>
<b>12. ÅTGÄRDER OCH FÖRBÄTTRINGAR .....</b>	<b>47</b>
12.1 LOKAL OCH PERSONAL .....	47
12.2 UTRYMNING .....	47
12.3 FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER .....	48
<b>14. REFERENSER.....</b>	<b>51</b>
<b>BILAGA HANDBERÄKNINGAR.....</b>	<b>53</b>
KÖKSBRAND: .....	53
ANLAGD BRAND.....	54
PANNRUMSBRAND .....	56
HANDBERÄKNINGAR UTRYMNING.....	59
<b>BILAGA SIMULEXRESULTAT .....</b>	<b>61</b>
PANNRUMSBRAND .....	61
ANLAGD BRAND.....	62
KÖKSBRAND .....	63
<b>BILAGA STATISTIK .....</b>	<b>67</b>
<b>BILAGA KÄNSLIGHETSANALYS.....</b>	<b>69</b>
<b>BILAGA FDS .....</b>	<b>85</b>
<i>FDS SIMULERING AV KÖKSBRANDEN</i> .....	85
RESULTAT:.....	85
INDATA FDS .....	87



# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Denna rapport ingår i kursen brandteknisk riskvärdering 10 poäng, vilken är obligatorisk för studenter som går tredje året på brandingenjörsprogrammet i Lund. Olika räddningstjänster i landet har blivit tillfrågade av Brandteknik, med förfrågan om objekt, vilka kan studeras i ett brandtekniskt perspektiv. Två kontaktpersoner, en från brandteknik och en brandingenjör från räddningstjänsten på den ort där objektet är placerat, agerar som stöd till gruppen under arbetets gång.

## 1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att utreda personsäkerheten i en del av restaurangerna på High Chaparral, vilken inkluderar Cheyenne saloon med personalutrymme. Fokus på rapporten ligger i att undersöka om personal och gäster hinner utrymma innan en brand omöjliggör eller avsevärt försvårar utrymningen. Syftet är även att framföra förslag på förbättringar vid eventuella brister gällande personsäkerheten. Vidare har en förfrågan ställts från räddningstjänsten i Gislaved till utredarna angående vad som krävs för att få öppna tredje våningen i saloonen.

## 1.3 Metod

Rapportförfattarna har, efter enkla direktiv, själva lagt upp arbetsplanen samt sökt efter den information och kunskap som behövts.

Ett inledande besök på High Chaparral i Småland lade grunden för hela arbetet. Här gjordes en kvalitativ analys där objektet studerades med dess befintliga brandskydd och nuvarande utrymningsförhållanden. Diskussion har förts med räddningstjänsten i Gislaved samt kontaktperson från brandteknik. Inom gruppen och tillsammans med handledaren har troliga och relevanta brandscenarier tagits fram utifrån statistiska uppgifter, för att simulera utrymning och brandförlopp.

Med dessa scenarier som underlag utfördes ett antal datorsimuleringar där tid till kritiska förhållanden och utrymningstider tagits fram. Resultat från datorsimuleringarna i Argos och Simulex har jämförts för att bestämma hur många personer som utsätts för kritiska förhållanden. Även handberäkningar och FDS-simulering har utförts för att kontrollera tid till kritiska förhållanden. Objektets problem och möjligheter har studerats med utgångspunkt från datorsimuleringar, handberäkningar och känslighetsanalyser för att föreslå lösningar som kan öka brand- och utrymningssäkerheten.

## 1.4 Avgränsningar

Rapporten behandlar personsäkerhet. Dock har ingen bedömning av utrymning för rörelsehindrade utförts. Ingen bedömning av ekonomiska förluster eller materiella skador i händelse av brand har gjorts. Endast Cheyenne saloon med intilliggande restaurang samt personalutrymme fram till brandmuren har studerats. Då inga ventilationsritningar finns och

eftersom saloonen och restaurangen är en enda brandcell har inte ventilationen någon avgörande betydelse för brandspridning. Därför tas ventilationen inte i beaktning.

### 1.5 Upplägg av rapporten

Objektsbeskrivningen introducerar läsaren till High Chaparral. Med bakgrund av historiken och verksamhetsbeskrivningen får man en uppfattning om förutsättningarna för byggnaden. Teori rörande utrymning tas upp eftersom det anses centralt för den följande utredningen kring personsäkerheten. Brandscenarierna som valts presenteras med motivering, beskrivning av brandens förlopp samt en känslighetsanalys och slutlig diskussion. Förslag om önskemål rörande förbättringar ur brandsäkerhetssynpunkt tas upp. Beräkningar och liknande finns i bilagor.

### 1.6 Tillbud i liknande lokaler

Tabell 1.1 Större dödsbränder i Europa och USA, 1977-1996.<sup>1</sup>

År	Plats	Antal omkomna	Antal skadade
1996	Rhein- Ruhr flygplats Dusseldorf, Tyskland	16	50
1994	Zwitel Hotel, Antwerpen, Belgien	15	163
1990	Happy Land Social Club, New York, USA	87	flera
1990	Diskotek Flying, Zaragoza, Spanien	43	
1984	Diskotek Alcalá, Madrid, Spanien	81	30
1981	Diskotek Stardust Club, Dublin, Irland	48	flera
1978	Diskotek Stadt, Borås, Sverige	20	50
1977	Beverly Hills Supper Club, Kentucky, USA	164	70
1998	Backaplan, Makedonska-föreningen, Gbg,	63	213

För samtliga dessa tillbud gäller att.

- Branden har i samtliga åtta fall startat i ett till den stora lokalen angränsande, obemannat utrymme.
- Branden har i sju fall vuxit sig stor i detta utrymme som saknar eller haft icke fungerande röklarm eller släcksystem.
- När initialbranden brutit genom en brandteknisk eller annan avskiljning eller när en dörr har öppnats har brand och rökspridning till den stora lokalen med många människor gått mycket snabbt. Brandspridningen har i fem fall underlättats av brännbara ytskikt.
- Utrymningsvägarna har i fem fall varit otillräckliga, låsta eller blockerade eller har blockerats av rök i ett tidigt skede.

Idag finns många slående likheter med Cheyenne saloon och omgivande utrymmen. Denna brandtekniska riskvärdering syftar till att minska riskerna för att få en liknande incident på High Chaparral som ovanstående tabell visar. Hur undviker man då detta? Den viktigaste faktorn för att undvika liknande tillbud är att få en tidig detektion. Andra faktorer som har stor inverkan är att minimera skräpansamling i biutrymmen, då de saknar larmsystem, samt att göra utrymningsvägar tydliga och attraktiva.

---

<sup>1</sup> Statens haverikommission

## 2. Objektsbeskrivning

### 2.1 Historik

High Chaparral ligger i Småland mellan Gislaved och Värnamo i Gnosjö kommun. Anläggningen började byggas 1966 av High Chaparrals skapare Bengt Erlandsson, även kallad Big Bengt. Det skapades som ett monument över människor och en historisk epok efter att Big Bengt varit i Amerika i mitten av 50- talet och hört många berättelser från cowboytiden. Anläggningen har hela tiden utvidgats på det 50 hektar stora området. En riktig ”westerngata” byggdes på 70- talet och efter detta uppfördes Restaurang Diligensen där Cheyenne saloon ligger. Alla hus byggdes i material hämtade från rivningshus. Restaurangen är t ex byggd av material som kom från gamla sädesmagasin i Jönköping. Ingen av byggnaderna på High Chaparral har någonsin ritats av en arkitekt och oftast har byggnader uppförts innan ritningar skapats, vilket även är fallet med Cheyenne saloon. För att undvika att anlita entreprenörer, vilket skulle bli kostsamt i längden, bildade Bengt ett byggföretag som skötte alla byggnationer.

Två bränder har förekommit på anläggningen. 1990 brann museét och 1994 brann westerngatan. Allt byggdes dock upp igen. Hela High Chaparral kan från starten till idag ses som ett stort byggprojekt, med många konflikter med kommunen eftersom Bengt sällan sökt bygglov innan han uppfört byggnader på anläggningen. På 80-talet häktades Bengt för bl a svartbyggen. Han släpptes dock efter ett antal rättegångar och idag har byggnadsnämnden i efterhand godkänt det som Bengt byggt.

### 2.2 Byggnaden

Saloon Cheyenne med tillhörande restaurang är en Br 1 byggnad i tre plan, där tredje våningen i dagsläget ej är öppen pga att utrymningsväg härifrån ej finns. Cheyenne saloon med restaurang är en samlingslokal där det maximala antalet personer, enligt räddningstjänsten i Gnosjö, är satt till 1000 för hela byggnaden. Eftersom det finns dörröppningar mellan lokalerna kan det rent teoretiskt finnas 1000 personer i Cheyenne saloon, vilket inte är omöjligt om man tittar på persontätheten i Simulex. Ytterväggar och innerväggar består till hälften av tegel och till hälften av trä. Dock är den tredje våningen endast uppförd i trä. Träet är inte brandskyddsmålat och den bärande konstruktionen består av trä. Yttertaket är utfört med takplåt och innertaket är i trä.

I lokalen finns två barer, restaurang, liten köksdel, ventilationsrum, personalutrymme, pannrum och toaletter. För större förståelse, se 2.4 Objektsöversikt.



Bild 2.1 Cheyenne saloon

### **2.3 Verksamhet**

Saloonen är öppen i huvudsak under sommarmånaderna juni, juli, augusti samt under julbordssäsongen. Restaurangen vägg i vägg med saloonen drivs som en lunchrestaurang och är öppen året runt. Då saloonen under sommaren drivs som nattklubb är den oftast avskild ifrån restaurangen.

## 2.4 Objektsöversikt

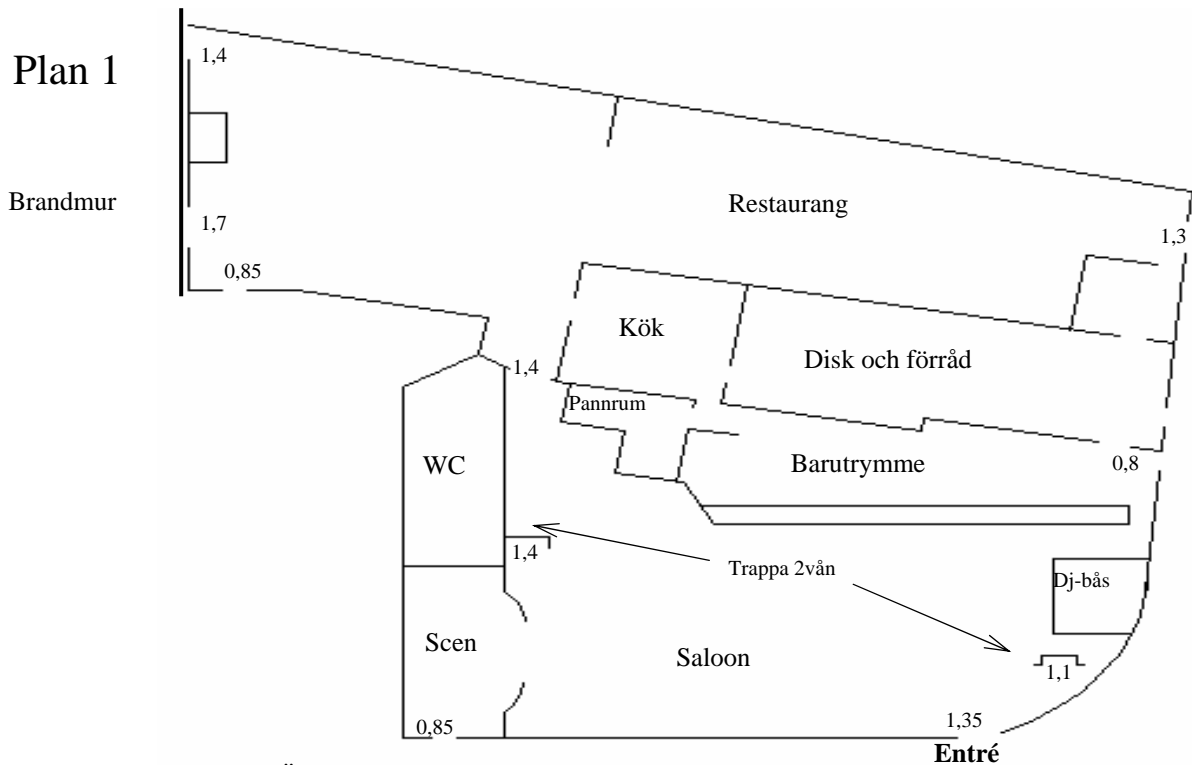


Bild 2.2 Översiktsbild över första plan ( siffror på bilden anger mått i meter ).

## Plan 2

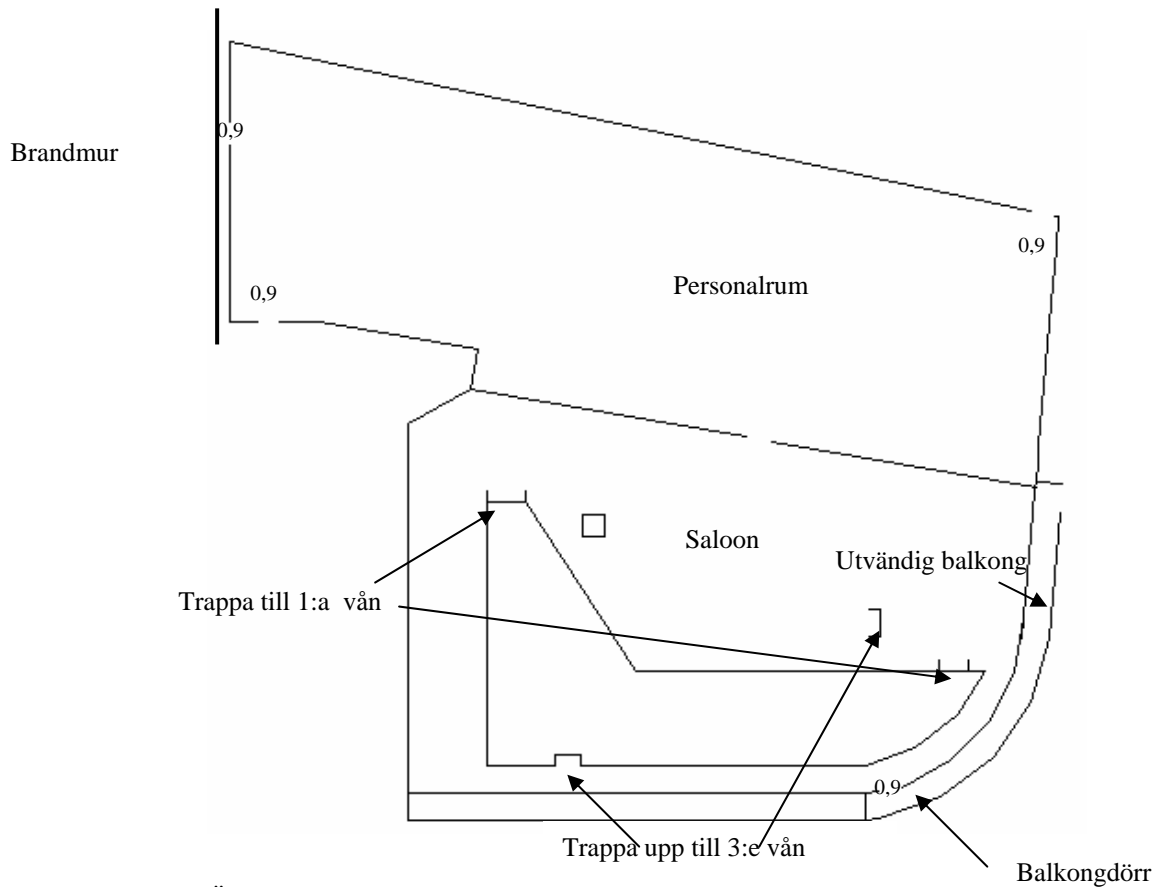


Bild 2.3 Översiktsbild över andra plan ( siffror på bilden anger mått i meter ).

## Plan 3

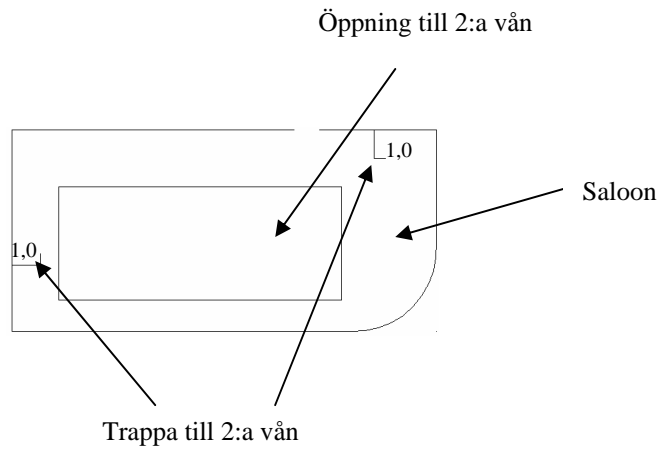


Bild 2.4 Översiktsbild över tredje plan ( siffror på bilden anger mått i meter ).

## 2.5 Sektionsritning

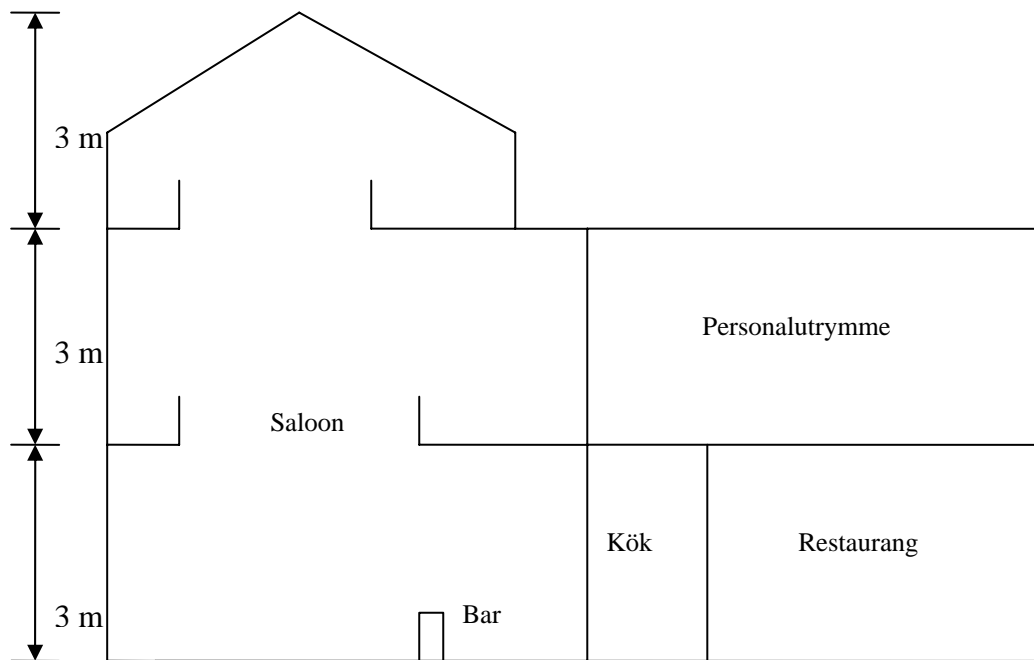


Bild 2.5 Sektionsskiss över Cheyenne saloon med tillhörande restaurangdel.

### 3. Nuvarande Brandskydd - kvalitativ värdering

#### 3.1 Handbrandsläckare

Enligt en kvalitativ visuell värdering är nuvarande brandskydd mycket bristfälligt om man ser till hur en samlingslokal bör vara brandskyddad, enligt BBR. Inget brandlarm eller utrymningslarm finns. Avståndet till närmsta utrymningsväg överskrider också dagens krav på 15 meter. Brandskyddet idag utgörs huvudsakligen av handbrandsläckare samt en brandmur. Varken val, utmärkning eller underhåll av brandsläckare kan anses vara tillfredställande.

Kontroll av brandsläckarna ska ske årligen och utmärkningen bör vara tydligare. En blandning av vatten-, kolsyra- och skumsläckare förekommer och det vore önskvärt att få bättre kontinuitet i sitt val av brandsläckare. På placeringen finns inget att anmärka.



Bild 3.1 Exempel på undermålig kontroll av handbrandsläckare.

#### 3.2 Brandmur

En brandmur delar byggnaden i två delar, se bild 2.1. Där brandmuren avskiljer byggnaden har arbetet avgränsats. Brandmuren skall hindra brand- och rökspridning men har dessvärre några brister. Förutom det hål som finns i brandmuren är även dörrarna i denna otäta och troligtvis uppställda i händelse av brand.



Bild 3.2 Hål i brandmuren på andra våningsplan i personalutrymmet.

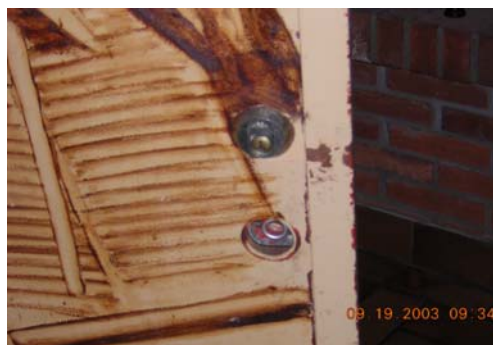


Bild 3.3 Dörr i brandmuren, ofunktionell eftersom handtag saknas

### 3.3 Nödbelysnings skyltar

Vissa av utrymningsskyltarna var inte upplysta. Detta är synnerligen allvarligt då lokalen är sådan att man inte kan se ut genom varken fönster eller dörrar, vilket gör att man lätt blir desorienterad. En utrymningsskylt är direkt missvisande då dörren ifråga vid vissa tillfällen hålls låst.



Bild 3.4 En icke belyst utrymningsskylt vid scenen.

### 3.4 Dörrar

Nödöppningsanordningarna på somliga dörrar var undermåliga då det i vissa fall krävdes alldeles för stor kraft att öppna dörrarna eller då det i ett annat fall var omöjligt att öppna ena halvan av en dubbeldörr. De flesta av dörrarna var svåra att upptäcka då de saknade fönster samt smälte mycket väl ihop med omgivningen.



## 4. Räddningstjänstens dilemma

Ett problem räddningstjänsten stöter på runt om i vårt land vid brandsyner är arvet och problematiken från gamla beslut. Det kan röra sig om äldre bestämmelser eller beslut fattade på oklara grunder. Oavsett vilket så kommer man i den situationen att vissa beslut borde omprövas, men man gör inget åt det för att undvika problem. Här bör man ha i åtanke att dessa tidigare beslut kanske fattades av personer med stort inflytande och att ifrågasätta dessa är inte alltid lätt. Att komma ett antal år senare och kräva ändring på saker som fungerat och varit accepterade möter oftast ett stort motstånd. Kanske mest på grund av att personen som ändringen gäller inte ser saken på samma sätt och inte är beredd att lägga energi och pengar på en ändring.

Att kräva en ändring av gamla beslut kan innebära att en verksamhet måste läggas ner på grund av kostnader den inte klarar av att bära. Skall då en ändring krävas? Går det att tillåta sig själv att en verksamhet med uppenbara faror får fortsätta obehindrat? Kan ansvaret avsägas den dag olyckan är framme?

Det stora ansvaret ligger hos objektsägaren. När är det läge att kräva en ändring? Räddningstjänstlagen är tydlig vad gäller objektsägarens ansvar.

”41 § Ägare eller innehavare av byggnader eller andra anläggningar skall i skäligen omfattning hålla utrustning för släckning av brand och för livräddning vid brand eller annan olyckshändelse och i övrigt vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand.”<sup>2</sup>

Detta kan man kräva när objektsägaren vet om vilka faror och problem som kan tänkas uppkomma. Om vi då tittar på vårt problem som gäller att ägaren kanske inte är medveten om hur stor personfara objektet utgör. Vilka skyldigheter har räddningstjänsten?

”7 § Varje kommun skall svara för att åtgärder vidtas inom kommunen så att bränder och skador till följd av bränder förebyggs. Kommunen skall också främja annan olycks- och skadeförebyggande verksamhet i kommunen.”<sup>3</sup>

När lagtexten ovan läses finns inga tvivel vad gäller ansvarsfrågan för kommunen. Här sägs att den har skyldighet att svara för att bränder och skador till följd av detta förebyggs. Därför kan man också kräva att den skall vidta åtgärder oavsett tidigare beslut om nya fakta i frågan kommit fram. Det handlar om trovärdigheten för räddningstjänsten och därför kan man kräva att om beslutet bygger på en välgrundad analys så finns inget som hindrar att man lägger ett förbud om verksamhetsstopp på anläggningen i fråga.

---

<sup>2</sup> Räddningstjänstlag (1986:1102)

<sup>3</sup> Räddningstjänstlag (1986:1102)



## 5. Utrymning

### 5.1 Kritiska faktorer för människan vid brand

Den största faran för människor vid brand är oftast brandgaserna<sup>4</sup>. Den vanligaste dödsorsaken vid brand är att personer kvävs till döds eller förgiftas av de giftiga gaser som bildas vid bränder. Gaserna påverkar även människan utöver toxiciteten, med siktnedsättning och värmepåverkan, vilka båda har stor påverkan för människor vid en eventuell utrymning. När höga temperaturer eller en viss koncentration av toxiska gaser eller rök uppstår, sägs att kritiska förhållanden uppstått.

För att kontrollera att utrymning kan ske, måste man jämföra tiden till dess att utrymningen är slutförd, med tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår i byggnaden. Kritiska förhållandet får inte uppstå innan dess att människorna lämnat byggnaden.

Enligt BBR sidan 184 kan man titta på fem kriterier som människor klarar vid en utrymning.

- Temperatur: högst 80°C lufttemperatur.
- Brandgaslagrets höjd:  $1,6 + (0,1 \cdot H)$  meter, där H är rumshöjden.
- Värmestrålning: en kortvarig värmestrålning på max 10 kW/m<sup>2</sup>, en maximal strålningsenergi på 60 kW/m<sup>2</sup> utöver energin från en strålning på 1 kW/m<sup>2</sup>.
- Toxicitet, Kolmonoxid < 2000 ppm, koldioxid < 5 %, syrehalt > 15 %
- Sikt, 10 meter

Vid utredningen av brandskyddet har brandgaslagrets höjd och sikt främst beaktats eftersom kritiska tider till dessa nås först i simuleringarna med Argos.

### 5.2 Mänskligt beteende vid brand

Det finns inget entydigt sätt att beskriva vad som sker vid en utrymning enligt en rapport av Frantzich<sup>5</sup>. Det finns ett antal faktorer vilka påverkar utrymningsförloppet. Hur människor upplever situationen och hur de agerar för att göra något åt denna. En persons beteendemönster vid en nödsituation kan delas upp i tre skeden, förståelse och tolkning av situationen, förberedelse samt genomförande. Under en utrymning sker en mängd beslut rörande dessa tre skeden. Vilka beslut och aktiviteter som tas av personen bestäms bland annat av rollerna som personen och personerna i omgivningen har.

Undersökningar i rapporten ovan har visat att det tidiga skedet i utrymningen ofta karakteriseras av osäkerhet, missförstånd och ineffektivitet. Men i helhet utrymmer människor förhållandevis förståndigt där deras beteende är relativt logiskt. Panik uppträder i stort sett bara om de som utrymmer upplever att deras möjlighet att ta sig ut snabbt minskar samtidigt som hotet från branden kraftigt ökar.

---

<sup>4</sup> Räddningsverket Karlstad, Dödsbränder 1999

<sup>5</sup> H. Frantzich, Tid för utrymning vid brand

Analyser i rapporten av Frantzich visar att vid utrymning hjälps personer åt trots att de inte känner varandra sedan tidigare. Det blir dock ofta en fördröjning pga att personer tvekar om att ta initiativet. Människors auktoritet har betydelse vid en eventuell utrymning. Problem kan uppstå om den formella ledaren inte tar första steget till utrymning, som då kan försenas. På samma sätt kan problem med uppfattandet och tolkning av rök uppstå i exempelvis danslokaler där även alkoholpåverkan kan utgöra en fördröjande orsak.

Den rent tekniska utformningen av en byggnad är också viktig. Att man lätt kan orientera sig och att nödutgångar är tydligt utmärkta är viktigt för en säker och snabb utrymning.

### **5.3 Utrymningstider**

Rapporten visar att den totala utrymningstiden, från att branden bryter ut tills personen är i säkerhet, brukar delas upp i tre delar:

- Varseblivning
- Beslut och reaktion
- Förflyttning

#### **5.3.1 Varseblivning**

Varseblivning utgör tiden från det att branden startar tills det att den aktuella personen uppfattar att något inte är som det ska. Personen måste alltså bli medveten om att det brinner genom att upptäcka rök, flammor eller informeras på annat sätt genom t ex utrymningslarm med ringklocka eller talat meddelande. I våra simuleringar är varseblivningstiden lika med detektorns aktiveringstid samt personernas varseblivning. Då larm saknas innefattar varseblivningstiden endast den tid det tar för personerna att upptäcka branden alternativt brandrök.

#### **5.3.2 Reaktion och beslut**

Reaktion och beslut är den tidsperiod där alla aktiviteter sker innan själva förflyttningen påbörjas och är svårast att beräkna. Denna period varierar mycket beroende på var personerna befinner sig eller om det finns ett uppenbart hot, som t ex rökgaser. Om en person t ex sitter och väntar på en kall öl kommer personen kanske inte påbörja utrymningen förrän servering skett. Även eventuell informationssökning hamnar i den här tidsperioden.

#### **5.3.3 Förflyttning**

Förflyttningstiden är den tid det tar att komma till en säker plats, antingen ut i det fria eller till en utrymningsväg, efter att man gjort sitt beslut.

### **5.4 Räddningstjänstens strategi**

Räddningstjänstens insats tid bedöms understiga 15 min<sup>6</sup>. Första styrkan på plats består av 5 man som inom 20 min kommer att utökas med ytterligare 15 man. Dock skall utrymning kunna ske utan räddningstjänstens hjälp (BBR 5:1).

---

<sup>6</sup> Räddningstjänsten Gislaved

## 5.5 Planbeskrivning

### 5.5.1 Plan 1 (Saloon och restaurang)



Bild 5.1 Baren på nedre plan

Saloonen har tre av varandra oberoende utrymningsvägar, varav den ena är huvudingången. De två övriga utrymningsvägarna understiger BBR:341 råd på utrymningsbredd då dessa endast är 0.8 respektive 0.85 meter bredda. Det finns även en förbindelse mellan saloon och restaurang som inte kan betraktas som en utrymningsväg men som dock kommer att transportera personer till restaurangens utrymningsvägar.

Restaurangen har fyra utrymningsvägar varav två leder ut till samma brandcell.

### 5.5.1 Plan 2 (Saloonen)



Bild 5.2 Trappor på andra våningen

Våningsplan två har en utrymningsväg direkt till det fria samt även två förbindelser till våningsplan ett. Möjlighet finns att göra en utrymningsväg genom personalutrymmet eftersom denna tillhör samma brandcell.

### 5.4.3 Plan 3 (Saloonen)

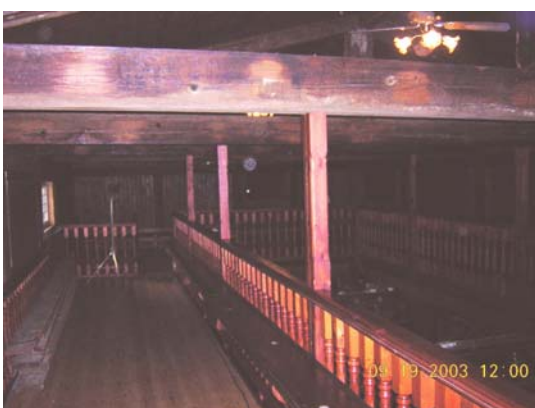


Bild 5.3 Till höger i bild ses öppningen ner till första och andra plan

Våningsplan tre är något mindre i yttermått än de två övriga planen. Det finns två stycken trappor i vardera ända på planet som leder ner till våningsplan två. Vad som saknas på våningsplan tre är en nödutgång direkt ut till det fria.

## 5.6 Utrymningsproblematik

Avsaknad av brand- och utrymningslarm medför problem vid utrymning, främst att personerna inte blir varse om branden. Vidare består samtliga utrymningsvägar av klass III (brännbart) material vilket inte är önskvärt i en samlingslokal. Två mycket viktiga nödutgångar, entrédörr och balkongdörr (se bild 2.2 och 2.3), är placerade ovanför varandra vilket gör lokalen mycket känslig för brand i detta område. Vid vissa tillställningar i saloonen väljes att låsa dörren in till restaurangen vilket leder till problem vid utrymning. Vissa nödutgångar är även endast öppningsbara med nyckel. En uppenbar risk löper de människor som utrymmer till innergården där de kan bli instängda. Frånvaron av belysning på den utvändiga utrymningsvägen får även anses som en brist.



Bild 5.1, 5.2 Visar innergården och dess problematik med eventuellt instängda människor.

## 5.7 Simuleringsförenklingar gällande utrymning

Problematiken vid utrymning av diskotek är att miljön försvårar den genom dämpad belysning, konstgjord rök, hög ljudvolym och servering av alkohol. Dessutom är Cheyenne saloon extremt svårorienterad på grund av att inga fönster finns<sup>7</sup>. Problem kan även uppstå då människor oftast väljer att utrymma genom den väg de kom in. Köbildning och irritation kan då skapa svårigheter vid huvudingången. Att berusningsgraden varierar hos besökarna hanteras på så sätt att variationen av reaktionstiden är stor.

Vidare har vi ansatt att ingen människa är så berusad eller så röreslehindrad att denna inte kan lämna byggnaden med hjälp av medbesökare. I samtliga scenario har det ansatts att en större andel utrymmer genom samma ingång som de kom in och alla personer har getts gånghastigheten 1 m/s därför att lokalen är svårorienterad och personerna får antas ha en viss berusningsgrad. Korsningsproblematiken där t ex någon springer in efter en bekant har negligerats, eftersom det är svårt att få information om förekomsten av detta samt att Simulex inte hanterat detta på ett tillfradsställande sätt.

<sup>7</sup> Frantzich. H *Tid för utrymning vid brand*

## 6. Beräkningshjälpmedel

Vid simulering av våra brandscenarier har programmen Simulex, Argos och CFD programmet FDS använts. Resultaten från programmen skall användas som riktlinjer och kräver en del granskning för att kunna användas. Vilka indata som väljs påverkar vilka resultat man får ut, vilket är viktigt att påpeka. Det handlar om variabler såsom rumsgeometri och effektutveckling. För att kvalitetsäkra våra Argos simuleringar har handberäkningar, jämförelse med fullskaleförsök samt FDS<sup>8</sup> simulering gjorts. Därefter utföres också känslighetsanalys för att kunna se vilka parametrar som är dimensionerande. Osäkerhetsnivå<sup>9</sup> uppskattas till nivå två då den kvantitativa analysen mest kan liknas vid en känslighetsanalys.

### 6.1 Simulex

Simulex beräknar tiden för förflyttning av personer i en byggnad från varseblivning till det alla lämnat byggnaden. Programmet visar utrymningsprocessen grafiskt i två dimensioner på de ritningar som lagts in. Våningsplan länkas samman med trappor vilka sätts in på separata ritningar. Personerna som lagts in går mot den närmaste utgången om inget annat angetts. Närmaste vägen ut bestäms av avståndskartor vilka beräknas av programmet innan simulering påbörjas. Man kan lägga in olika egenskaper hos personer med olika gånghastighet, ålder, kön och varseblivningstid.

### 6.2 Argos

När beräkningar på brandgaslagrets höjd och temperatur bestämdes användes programmet Argos 4.4.10. Programmet bygger på tvåzonsmodellen, dvs att rummet delas in i två skikt, det varma övre brandgaslagret och det kalla undre. Rökfyllnadsberäkningarna bygger på McCaffreys modeller och programmet bygger på ventilationskontrollerade bränder. Det är viktigt att tänka på att inga transporttider räknas med. Även vissa förenklingar med avseende på rummens geometri måste göras pga att man inte kan skapa alla sorters lokaler i Argos. Resultaten måste ses med skeptiska ögon och analyseras noga för att kontrollera rimligheten.

### 6.3 FDS

CFD modellering bygger på strömningslära, där brand är en specialtillämpning. FDS använder kontinuitetsekvationer för massa, energi, rörelsemängd och olika partiklar. Man skapar sin indata med geometri, värmeöverföringar, randvillkor och får ut det i utdata efter simulering. Man anger hur många kontrollvolymmer som rummet ska delas in i, ju fler kontrollvolymmer ju noggrannare resultat. För att få tillgång till utdata måste olika parametrar anges och därefter kan simulering ske. Med dagens snabba datorer har CFD-modellering blivit mycket vanligare och det kommer att öka ännu mer i framtiden med utvecklingen av datorernas hastighet.

---

<sup>8</sup> Se bilaga FDS samt kap. 9.3

<sup>9</sup> Brandskyddshandboken 2002, sid 165

## 6.4 Handberäkningsmetoder

Vid beräkning av brandgasfyllnad har Zukoskis rökfyllnadsmodell används. Vid siktberäkningar har ett  $D_0$  värde tagits fram. Dessa kan anses som konservativa då inga brandgaser läcker ut ur byggnaden. Sedan har den avbrunna massan bestämts. Volymen har getts av de olika våningsplanen. Utrymningen har beräknats enligt metod i Brandskyddshandboken 2002, sidan 96.



## 7. Val av scenarier, antaganden och approximationer

Vid denna brandtekniska riskvärdering av High Chaparral har endast personsäkerhet tagits i beaktande. Brandspridning till andra byggnader mm har inte tagits i beaktande. Då denna del, saloon med tillhörande utrymmen, av byggnaden är avskiljd från resterande del med en brandmur, görs bedömningen att denna står emot en brand i 90 minuter om tidigare påpekade brister åtgärdas. Dessa krav är ställda utifrån ett personsäkerhetsperspektiv. Brandmuren utgör brandcellsgräns och de människor som utrymmer genom dörr i brandmur måste kunna ses som säkra då de gått in i en annan brandcell.

### 7.1 Scenarioval

Efter objektsbesöket framtogs sex olika scenarier som studerades och utav dessa valdes tre stycken ut. Bl a valdes ett scenario bort som skulle kunna starta i ett stort tygskynke som hängde på scenen. Detta visade sig efter experiment vara mycket svårt att antända. Vidare valdes Dj-båset bort eftersom detta ständigt är bemannat och branden skulle tidigt detekteras och slås ner. Även brand i restaurangen valdes bort eftersom lokalen är lättorienterad och detta scenario delvis täcks in av köksbranden. De scenarion som valdes ut var: anlagd, köksbrand och pannrumsbrand.

Den anlagda brandens storlek och placering valdes på så sätt att den skulle ställa till största möjliga skada. Cheyenne saloon har nämligen en svaghet i att två nödutgångar samt en trappa är placerade nära varandra. Det är på intet sätt att man kan kräva att lokalens skydd skall kunna hantera en sådan brand. Men då lokalen idag saknar några större skyddssystem än brandväggen så är det intressant att se hur mycket eventuella skyddssystem kan påverka detta scenario.

Köksbranden är vald av den anledning att den är trolig. Detta visas i bilaga med hjälp av statistik<sup>10</sup>.

Pannrumsbranden valdes därför att följderna av en brand som tillväxer i ett annat rum och som sedan genom att en dörr eller liknande öppnas slår in i lokalen ville studeras. Man kan vara av den åsikten att en detektor i tillväxtutrymmet snabbt skulle detektera branden och kraftigt minska konsekvenserna av en sådan brand ur personsäkerhets perspektiv. Men scenariot är delvis valt efter dagens förutsättningar då larm saknas och avskiljade konstruktion ej är fullgod. Här finns också ett intresse av att se eventuella skyddssystemens verkan.

### 7.2 Förenklingar för simuleringarna

Simuleringen sker i Argos där några förenklingar gjorts eftersom fokus legat på studering av brandgaslagrets höjd och temperatur i saloonen. Saloonen är simulerad som ett rum utan balkonger. Bedömning är att det torde bli relativt likvärdigt som med balkonger. Slutsatsen görs dels på egen bedömning, dels på FDS-simulering. Material i väggar och dylikt har timmer valts eftersom byggnaden till största del består av trä. Eftersom saloonen inte är helt tät, väljs en öppen area upptill på 0,25 m<sup>2</sup>, som ska motsvara läckareor utåt. Simuleringen sker med huvudentrédörren öppen, likaså nödutgångsdörren på andra våningen. Att inte

---

<sup>10</sup> Se bilaga statistik

scennödutgången räknas med beror på att när folk utrymmer, täcker de en viss yta av dörrarean. Även i personalrummet sätts läckareor utåt på 0.25 m<sup>2</sup>.

### 7.3 Brandventilation

I boken Brandgasventilation<sup>11</sup> går att läsa att förhållandet mellan areorna tilluft/frånluft bör vara minst 1:1, men gärna upp till 2:1 för att uppnå bästa ventilation. Öppningar för tilluft mot det fria bör öppnas vid brand, vilket dock kan ha konsekvensen att effekten på branden kan öka. Tilluften kan också lösas med fläktar. Brandgasluckorna bör vara kopplade till brandlarmet. Om de sedan öppnas med hållmagneter eller elmotorer så spelar det ingen roll rent brandtekniskt. Fördelen med elmotorer är att de erbjuder möjligheter att ventilera lokalen även vid normaldrift. Vid Argos-simuleringar har förhållandet mellan ventilationsöppningar till- och frånluft varierats. Detta för att se hur brandgaslagrets höjd varierar och för att få fram bästa kombination.

### 7.4 Brandlarmsanläggning

Larmet är simulerat på sådant sätt att det motsvarar ett talat meddelande som musikansvarig skall starta samtidigt som han stänger av musiken och tänder upp lokalen. Men om detta av någon anledning inte skulle fungera så skall det finnas en larmklocka som ljuder.

### 7.5 Detektorer

Valet av detektorer har fallit på en kombinerad differential- maxvärmedetektor<sup>12</sup>. Anledningen till detta val är att värme detektorerna inte är så känsliga för damm och rök. Valet styrks också av att värmedetektorer inte är så underhållskrävande och fellarmsfrekvensen är låg. Detektorer skall placeras på varje våning samt i angränsande utrymmen.

### 7.6 Ventilation

Ventilationen på High Chaparral skulle behöva förbättras. I själva saloonen är den obefintlig, vilket gör att eventuella brandgaser snabbt skulle fylla hela denna del av byggnaden där saloonen befinner sig. Ventilationsanläggningen ligger på andra våningen vid personalutrymmet. Då det inte finns några ritningar över ventilationen var det omöjligt att följa ledningssystemet och därför har ventilationen inte beaktats nämnvärt. Detta i kombination med att allt var en och samma brandcell medför att ventilationen inte påverkar brandspridningen då röken likväl kan spridas genom andra byggnadskonstruktioner.

### 7.7 Arbetsgång

Scenarierna har simulerats i Argos där brandgaslagrets höjd och temperatur lett fram till en kritisk tid. Simuleringarna i Simulex har sedan gett en utrymningstid. Dessa simuleringar har varierats i känslighetsanalyser för att kvalitetssäkra och validera tiderna. Tiderna har sedan jämförts med varandra och på så sätt har antalet som drabbas av kritiska förhållanden fått

---

<sup>11</sup> S.Svensson, Brandgasventilation

<sup>12</sup> Holmstedt, Göran; Nilsson, Daniel

fram. För att underbygga de kritiska tiderna har handberäkningar<sup>13</sup> och FDS<sup>14</sup>-simuleringar gjorts. Handberäkningarna konstaterar även att det råder kritiska förhållanden i brandgaslagret med avseende på sikten. Tiderna från simuleringarna har sedan kunnat påverkas av olika skyddssystem. Andel utsatta för kritiska förhållanden har fått avgöra skyddssystemens betydelse.

## 7.8 Skyddssystem

Valet har fallit på ett brand och utrymningslarm då tidig detektion är extremt viktig för att begränsa en brand i sitt initialstadium. Vidare har nya utrymningsvägar och brandgasventilation studerats för att se deras inverkan vid en utrymningsituation. En tänkbar åtgärd för att minska utrymningstiden kan vara att bredda trapporna men detta kan leda till att köproblematiken förflyttas till första våningen. Denna åtgärd har inte undersökts. Detta Sprinkler har aldrig setts som något alternativ eftersom lokalens geometri är svårbemästrad och då det knappast kan ses genomförbart ur kostnadssynpunkt eftersom lokalen endast är öppen tre månader om året.

---

<sup>13</sup> Se bilaga handberäkningar

<sup>14</sup> Se bilaga FDS



## 8. Scenario 1 – Anlagd brand

En anlagd brand är trolig enligt statistik<sup>15</sup> och kan skapa ett ”worst case” scenario. Scenariet valdes så att två av utrymningsvägarna blockeras (se bild 2.2 och 2.3) då det finns misstankar om att lokalen är mycket känslig för detta.



Bild 8.1 visar vätskans utbredning vid anlagda branden

Dimensioneringen av brandskyddet baseras ej på detta scenario, men skyddssystemens betydelse kan ändå studeras för att få en överblick av lokalens känslighet. Den anlagda branden startas genom att en påse med cirka 15 liter bensin kastas in genom entréöppningen. Ytan som bensinen rinner ut på har genom försök fastställts till cirka 5m<sup>2</sup>. Branden får snabbt en effekt på 8 MW<sup>16</sup> då den tillväxer ultrafast enligt Karlsson/Quintiere<sup>17</sup>. När bensinen brunnit upp avtar branden tills den får fäste i träet. Branden stiger tills den blir ventilationskontrollerad på en effekt av 12 MW<sup>18</sup> och detta styrks även av SP rapport<sup>19</sup>.

Effektutveckling anlagd brand

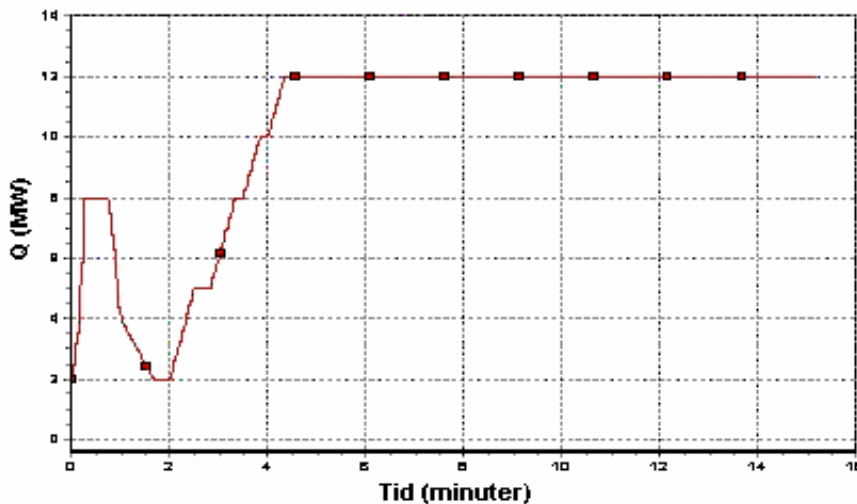


Bild 8.2 Effektutveckling anlagd brand.

<sup>15</sup> Se bilaga statistik

<sup>16</sup> Se bilaga handberäkningar

<sup>17</sup> Enclosure fire dynamics, Karlsson, Quintiere 2000

<sup>18</sup> Se bilaga handberäkningar

<sup>19</sup> EUREFIC 1990:41

Nedan ses brandgaslagrets höjd ovan golvet. Vidare har brandgasluckornas storlek varierats. När man jämför simulexsimuleringar med kritisk tid så avser brandgasluckorna 5m<sup>2</sup> tilluft, 5m<sup>2</sup> frånluft.

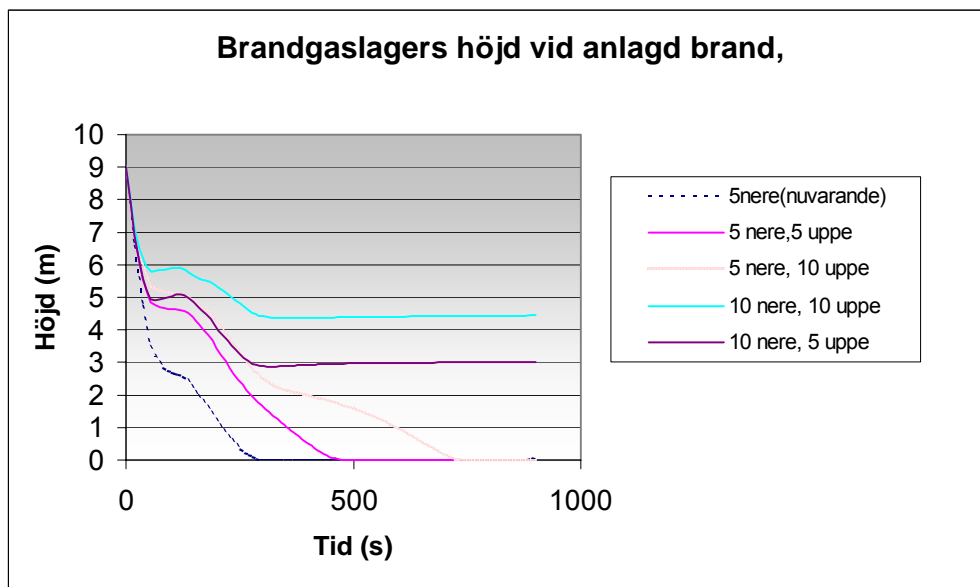


Bild 8.3 Man kan tydligt se att brandgaslagrets höjd ökar ju mer luftflöde som går genom saloonen.

## 8.1 Utrymning

Vid den anlagda branden har vi gjort fyra olika utrymningssimuleringar. Samtliga scenarier omfattar den tredje våningen med en egen nödutgång. Det är därför kanske inte helt korrekt att kalla en simulering för nuvarande då den tredje våningen i dagsläget är stängd men då den tredje våningen är med har den en egen nödutgång som samtliga utrymmer via. Vill man kunna betrakta en simulering av nuvarande brandskydd så är det bara att bortse från tredje våning samtidigt som man då minskar personantalet med 30 stycken. I tabell 8.1 simuleras nuvarande brandskydd och i tabell 8.2 adderas brandgasluckor. Reaktionstiden för personerna i lokalen är 15 +/- 5 sekunder. Dessa kan anses något korta men om man tittar på effektutvecklingskurvan ser man att effekten stiger snabbt och det är omöjligt att undgå att lokalen brinner. Med ny utrymningsväg menas en nödutgång på andra våningsplan via personalutrymmet och simuleringen av detta finns i tabell 8.3. I tabell 8.4 ses en kombination av brandgasluckor och ny utrymningsväg. Endast saloonen är fylld med människor vid den anlagda branden.

Tabell 8.1 Anlagd brand med nuvarande brandskydd 650 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	350	<b>355</b>	1,9	nej	160	7
2:a våning	10	15 +/- 5	305	<b>315</b>	4,9	nej	35	282
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	nej	8	30

**Totalt 319**

## Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

Tabell 8.2 Anlagd brand med brandgasluckor 650 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	350	<b>355</b>	1,9	ja	285	0
2:a våning	10	15 +/- 5	305	<b>315</b>	4,9	ja	55	261
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	ja	10	30

**Totalt 291**

När brandgasluckorna sätts in påverkar detta inte utrymningstiden utan tid till kritiska förhållanden.

Tabell 8.3 Anlagd brand med ny utrymningsväg 650 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	185	<b>190</b>	1,9	nej	160	6
2:a våning	10	15 +/- 5	190	<b>200</b>	4,9	nej	35	264
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	nej	8	30

**Totalt 300**

Tabell 8.4 Anlagd brand med ny utrymningsväg och brandgasluckor 650 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	185	<b>190</b>	1,9	ja	285	0
2:a våning	10	15 +/- 5	190	<b>200</b>	4,9	ja	55	225
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	ja	10	30

**Totalt 255**

Ovan kan man tydligt se att för varje skyddssystem som installeras, sjunker antalet som utsätts för kritiska förhållanden i jämförelse med nuvarande brandskydd. Om båda skyddssystemen är i drift sjunker antalet med 64 personer. Trots att 255 utsätts för kritiska förhållanden kan man inte anse detta som något orimligt resultat med tanke på att brandens storlek och placering är den värsta tänkbara för denna lokal. Simulering med utrymningslarm gjordes inte för detta scenario då brandförloppet är så snabbt att larmets inverkan kan försummas. Man kan ana en synergieffekt när båda skyddssystemen är i drift.



Bild 8.4 visar personerna som vistas på första våningsplan i saloonen. Persontätheten är ungefär  $0.5 \text{ m}^2/\text{person}$ . Detta för att få in 650 personer i byggnaden.

### 8.2 Jämförelse handberäkningar för anlagd brand

Handberäkningar styrker antagandet om att brandgaslagret blir kritiskt med avseende på sikten. Då man betraktar brandgasfyllnaden har vi tider som stämmer bra överens på tredje och andra våning. Dock är den handberäknade tiden för första plan hälften så stor som den simulerad i Argos. Detta kan delvis förklaras med att handberäkningar ansatts med en konstant effekt på åtta MW samt en annan plymmodell än i Argos.

Gällande handberäkningar av utrymningstiden blir denna ungefär den samma som den simulerande i simulex<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Se bilaga handberäkningar



## 9. Brand i köket

Ett av de vanligaste ställen där en brand startar i restaurang/nattklubb är köket<sup>21</sup>. Branden startar i ett keramiskt relä på baksidan av ett kylskåp i köket. Ingen personal finns i köket när branden startar. Branden får en svag brandtillväxt till en början men när väl branden får fäste i träpanelen ovanför blir brandtillväxten kraftigare och effekten stiger till en effekt av 2 MW<sup>22</sup>. I denna storlek antas branden fortsätta tills den brinner ut eller släcks av räddningstjänsten.



Bild 9.1 Visar platsen där köksbranden startar.

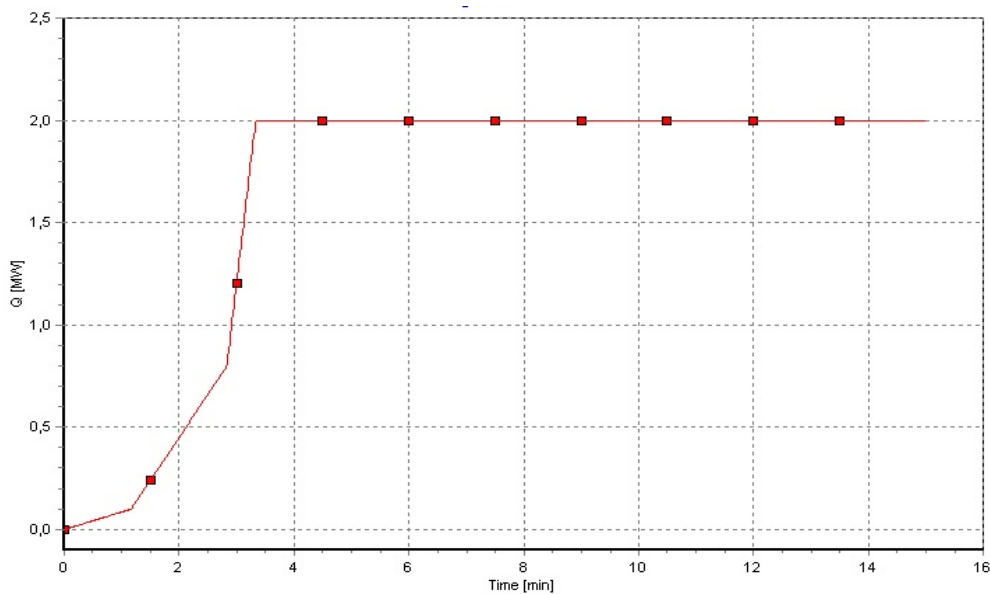


Bild 9.2 Effektutvecklingskurva köksbrand

Brandgaslagrets höjd visas i saloonen (bild 9.3) men inte i köket då detta inte är relevant för utrymning. På nästa sida ses brandgaslagrets höjd ovan golvet. Vidare varierar brandgasluckornas storlek i kvadratmeter. När brandgasluckor har funnits med i simuleringarna har 5/5 (5m<sup>2</sup> tilluft, 5m<sup>2</sup> frånluft) kurvan används. Brandgaslagrets höjd har studerats eftersom detta når kritisk tid först jämfört med de övriga kriterierna i avsnitt 5.1.

<sup>21</sup> Se bilaga statistik

<sup>22</sup> Se bilaga handberäkningar

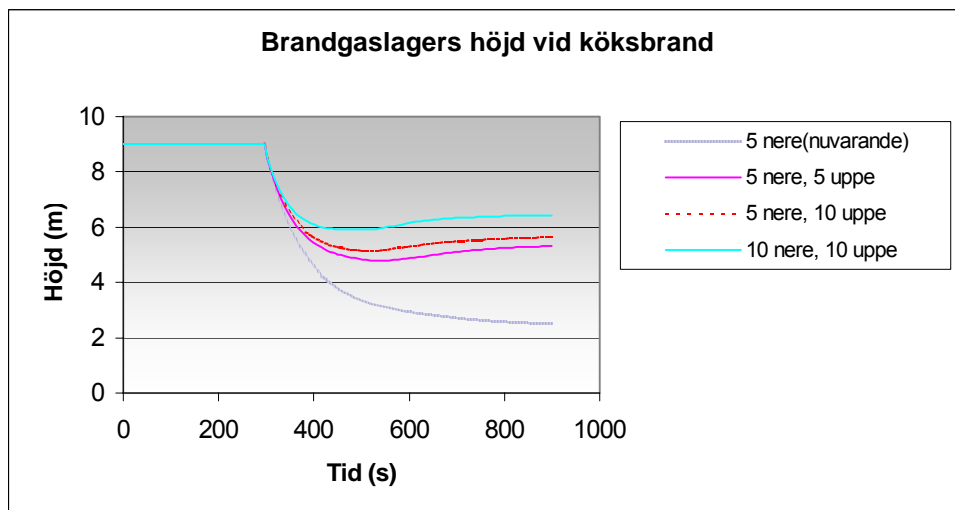


Bild 9.3 Man kan tydligt se att brandgaslagrets höjd ökar ju mer luftflöde som går genom saloonen.

## 9.1 Utrymning

Åtta olika simuleringar har gjorts för detta scenario, samt en känslighetsanalys på personantalet i lokalen. När larm används innefattar varseblivningstiden, aktiveringstiden för detektorerna samt även personernas varseblivningstid. Aktiveringstiden för en diff-maxvärmedetektor bedöms utlösa efter cirka en minut när temperaturen i brandgaslagret uppnått 68°C (om differential inte utlöser så kommer maxvärmaren att utlösa). Besluts- och reaktionstiderna när inte larm finns har satts relativt långa eftersom tillväxthastigheten är långsam ute i saloonen. I inledningsskedet kan det vara svårt att skilja brandröken i lokalen från övrig rök, cigarettrök, diskorök etc. Av de 800 personerna i byggnaden är 650 placerade i saloonen och 150 restaurangen. Tabell 9.1 motsvarar nuvarande brandskydd. Sedan motsvarar tabell 9.2, 9.3, 9.5 en skyddsåtgärd vadera i följande ordning: brandlarm, brandgasventilation samt ny utrymningsväg.

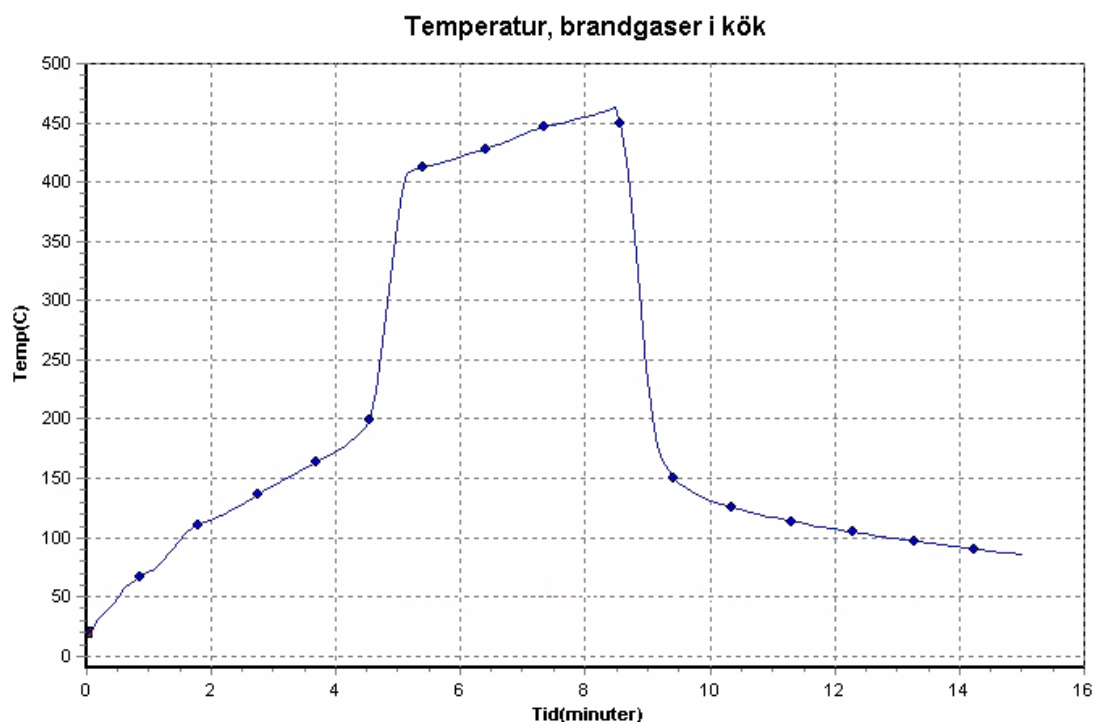


Bild 9.4 Brandgasernas temperatur i köket. Detektorns aktiveringstid uppskattas till ungefär en minut.

## Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

Tabell 9.1 Köksbrand med nuvarande brandskydd 800 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	75	240 +/- 120	505	<b>580</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	75	210 +/- 120	475	<b>550</b>	4,9	nej	385	55
3:e våning	75	190 +/- 90	315	<b>390</b>	7,9	nej	310	17

**Totalt 72**

Tabell 9.2 Köksbrand med utrymningslarm 800 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	60	161 +/- 82	400	<b>460</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	60	161 +/- 82	365	<b>425</b>	4,9	nej	385	19
3:e våning	60	161 +/- 82	260	<b>320</b>	7,9	nej	310	2

**Totalt 21**

Tabell 9.3 Köksbrand med brandgasluckor 800 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	75	240 +/- 120	505	<b>580</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	75	210 +/- 120	475	<b>550</b>	4,9	ja	480	32
3:e våning	75	190 +/- 90	315	<b>390</b>	7,9	ja	310	17

**Totalt 59**

Tabell 9.5 Köksbrand med ny utrymningsväg 800 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	75	240 +/- 120	400	<b>475</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	75	210 +/- 120	450	<b>525</b>	4,9	nej	385	23
3:e våning	75	190 +/- 90	315	<b>390</b>	7,9	nej	310	17

**Totalt 40**

Ovan ses simulering av nuvarande brandskydd som följs av tre olika simuleringar, var och en med en förbättring. Larm är det som förbättrar säkerheten mest. För att se kombinationer av

olika förbättringar, se bilaga Simulex. När man kombinerar larm och brandgasluckor, samt larm och ny utrymningsväg fås ett säkert brandskydd där troligen ingen utsätts för kritiska förhållanden. Ovanstående kombination är den enda som leder till att inga drabbas av kritiska förhållanden.

### **9.3 Jämförelse handberäkningar samt FDS på köksbrand**

Handberäkningar styrker antagandet att brandgaslagret blir kritiskt med avseende på sikten. Brandgasfyllnaden för andra våning går något snabbare enligt handberäkningar än då det simuleras i Argos. Tiderna 4 resp 6 minuter får dock anses vara av samma storleksordning. Då en jämförelse görs mellan Argos och FDS så avser detta köksbranden med brandgasluckor. Brandgaslagret blir kritiskt på andra våning efter 8 minuter i Argos och vid samma tidpunkt har FDS passerat kritiska förhållanden med avseende på sikten som är nere på 5-7 meter. FDS blir alltså kritisk aningen snabbare än Argos. Det är dock så att Argos-simuleringarna varit dimensionerande. Värt att notera är att de båda olika programmen ger ungefär samma resultat.

Gällande handberäkningar av utrymningstiden blir denna ungefär den samma som den simulerande i simulex<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Se bilaga handberäkningar

## 9.4 Känslighetsanalys

I diagrammet nedan syns att när man ökar personantalet i lokalen utan skyddssystem så ökar antalet som utsätts för kritiska förhållanden drastiskt. Ju fler skyddssystem man använder i lokalen desto bättre hanteras ett utökat personantal. Dock är det så att man aldrig borde tillåta mer än 650 personer i lokalen med de tre skyddssystem som föreslås, se bild 9.5. Med nuvarande skyddssystem plus att ett brand- och utrymningslarm installeras, kan max 600 personer tillåtas, vilket har tagits fram genom simulering i Simulex.

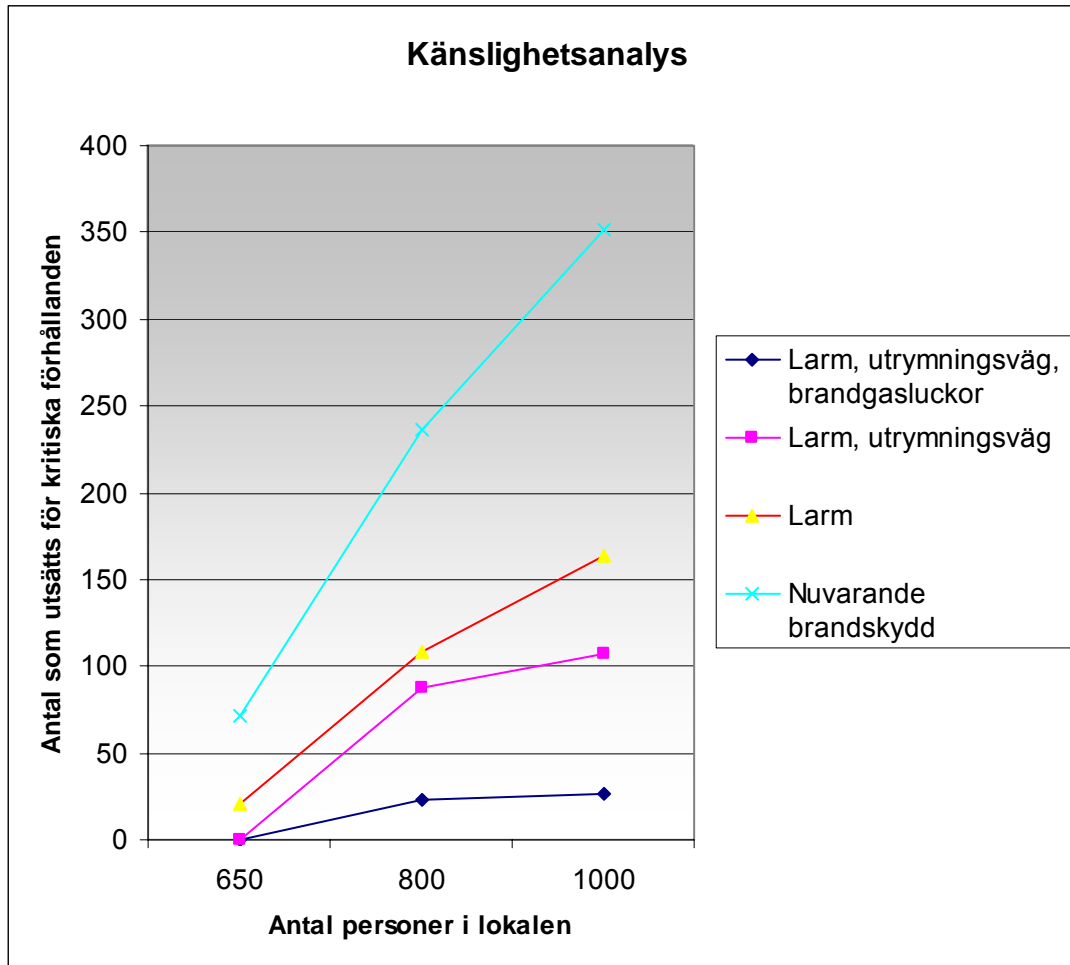


Bild 9.5 Visar hur känslig saloonen är för ett ökat personantal.



## 10. Scenario 3 – brand i pannrum

Detta scenario är i första hand valt därför att denna brand detekteras först då branden vuxit sig så stor att det är omöjligt för personalen att slå ner branden. En brand börjar i pannrummet, vilken utlöses av ett tekniskt fel. Pannrummet ligger avskilt och ingen kommer att märka när branden tar sig i väggen som angränsar till personalrummet, vilket ligger på andra våningen. Effektutvecklingen i pannrummet kommer inte att bli så stor. I personalrummet kommer branden att börja ut med väggen och sprida sig i rummet tack vare de möbler som befinner sig längs denna vägg. Med de öppningar som finns kommer effektutvecklingen att bli ungefär 7 MW till en början men sedan sjunka till ventilationskontrollerad på 4 MW. Detta värde är grundat dels på uppskattningsformel av maximal brand effekt<sup>24</sup>, dels fullskaleförsök<sup>25</sup>. Med fler öppningar utåt skulle effektutvecklingen kunna bli mycket större. Branden håller sig på sidan mot saloonen. Det bildas mycket brandgaser, vilka ganska snart fyller hela rummet. Det som simuleras i detta scenario är att en person i personalen öppnar den befintliga dörren som



Bild 10.1 Personalutrymmet på andra våningen.

finns bakom bardisken på andra våningen, vilken leder till personalrummet. Detta sker efter att branden utvecklats i cirka tio minuter i personalrummet. I samma ögonblick personen öppnar dörren kommer brandgaser att välla in i saloonen.

Bild 10.2 Effektutvecklingen i pannrummet.

Nedan ses brandgaslagrets höjd ovan golv. Vidare har brandgasluckornas storlek varierats. När brandgasluckor har funnits med i simuleringarna har 5/5 (5m<sup>2</sup> tilluft, 5m<sup>2</sup> frånluft) kurvan används. För ytterligare förklaring se bilaga känslighetsanalys pannrum.

<sup>24</sup> Se bilaga handberäkningar

<sup>25</sup> EUREFIC

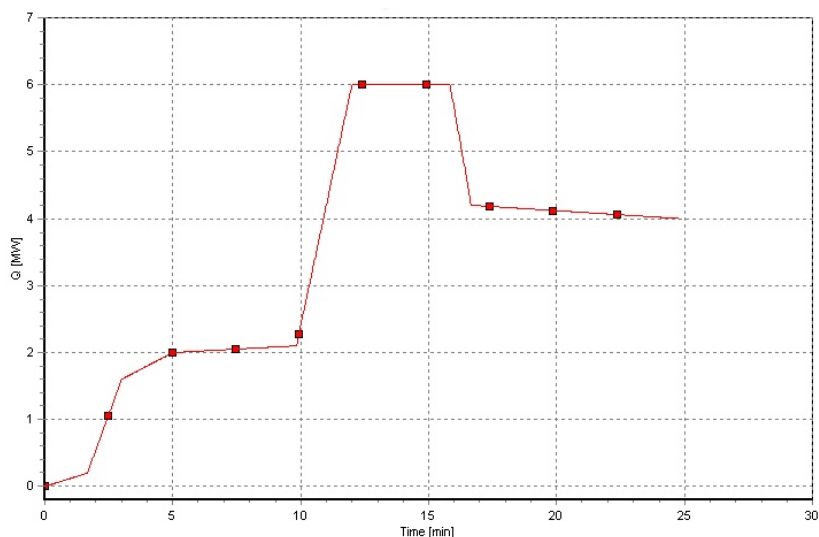


Bild 10.2 Effektutveckling i pannrummet

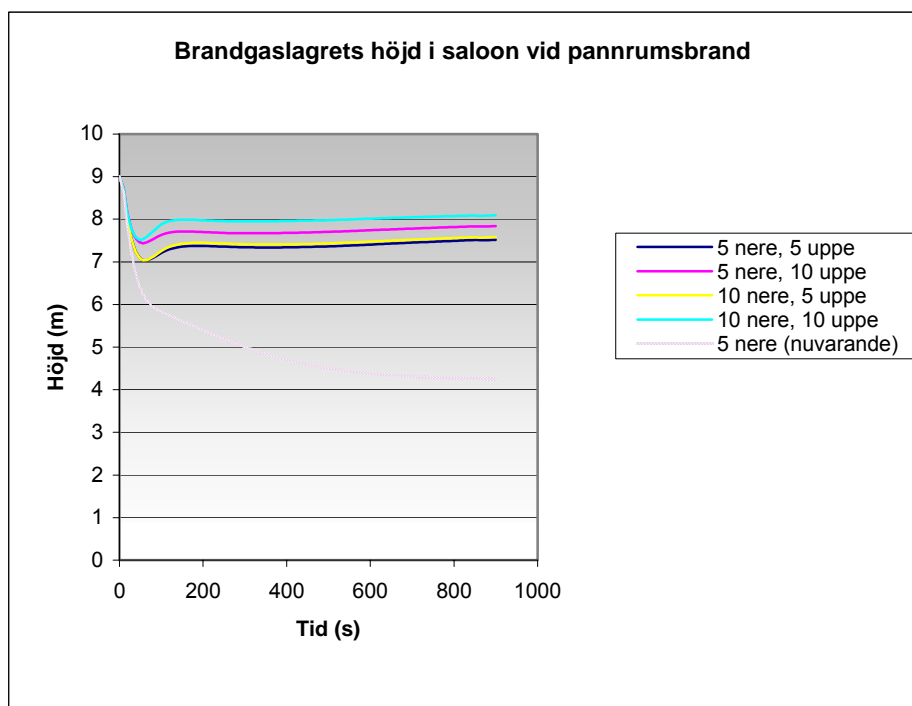


Bild 10.3

## 10.1 Utrymning

På detta scenario har det gjorts fyra simuleringar som härrör till utrymning. I samtliga scenarier har tredje våning med sin egen nödutgång varit med. När det gäller besluts- och reaktionstid har denna varierats beroende på om larm finns eller inte. Tabell 10.1 visar nuvarande brandskydd med 650 personer i saloonen och 150 i restaurangen. I tabell 10.3 råder samma förutsättningar förutom att brandgasluckor installerats. Då larm är aktivt gavs en reaktionstid på 161 +/- 82 sekunder<sup>26</sup>. Då larm saknas varierar besluts- och reaktionstiden samt varseblivningstiden. Ju mer man berörs av branden, desto snabbare reagerar man. Av de 800 personerna i byggnaden är 650 placerade i saloonen och 150 restaurangen.

<sup>26</sup> H. Frantzich, Tid för utrymning vid brand



Tabell 10.1 Pannrum med nuvarande brandskydd 800 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	30	240 +/- 120	465	<b>495</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	10	90 +/- 20	420	<b>430</b>	4,9	nej	330	88
3:e våning	10	20 +/- 10	115	<b>125</b>	7,9	nej	18	30
<b>Totalt 118</b>								

Tabell 10.3 Pannrum med brandgasluckor utan larm 800 personer.

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	30	240 +/- 120	465	<b>495</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	10	90 +/- 20	420	<b>430</b>	4,9	ja	—	0
3:e våning	10	20 +/- 10	115	<b>125</b>	7,9	ja	20	30
<b>Totalt 30</b>								

Tack vare brandventilation når aldrig brandgaslagret andra våningen. När larm är aktivt i byggnaden utsätts ingen för kritiska förhållanden i detta scenario. På grund av brandens placering är den nya utrymningsvägen på andra våningen verkningslös. Tack vare att branden är fullt utvecklad när dörren från personalutrymmet öppnas, rökfylls tredje våningen snabbt, vilket gör att alla de som befinner sig på denna våning utsätts för kritiska förhållanden. För övriga utrymningssimuleringar på pannrumsbranden se bilaga simulex. Bild 10.4 och 10.5 på nästa sida visar vart generella köbildningar uppkommer.



Bild 10.4 visar köbildning på första våningsplan.

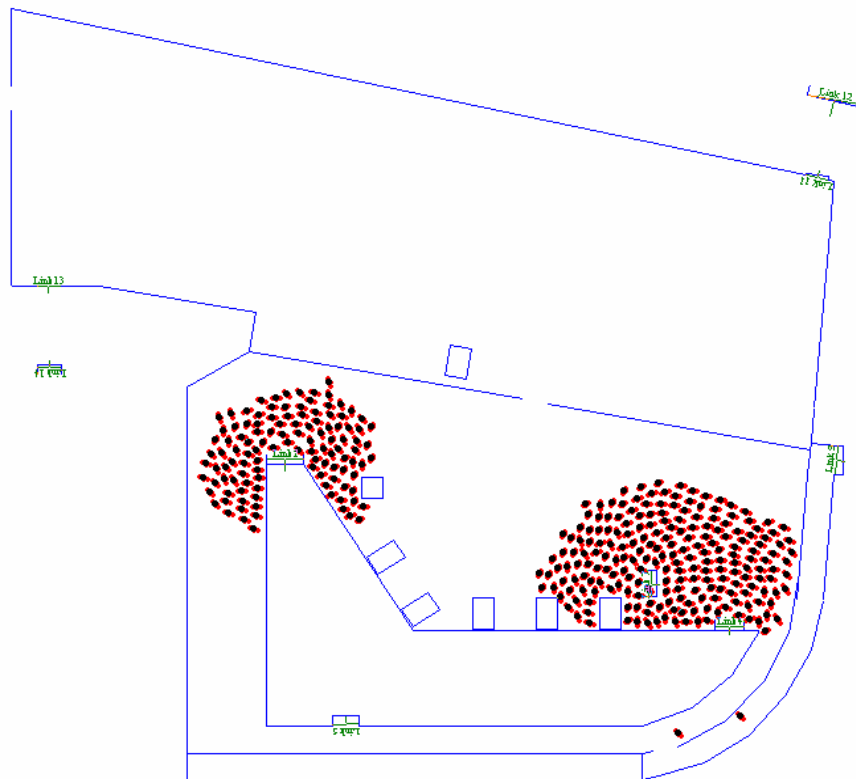


Bild 10.5 visar köbildning på andra våningsplan.

## 10.2 Känslighetsanalys

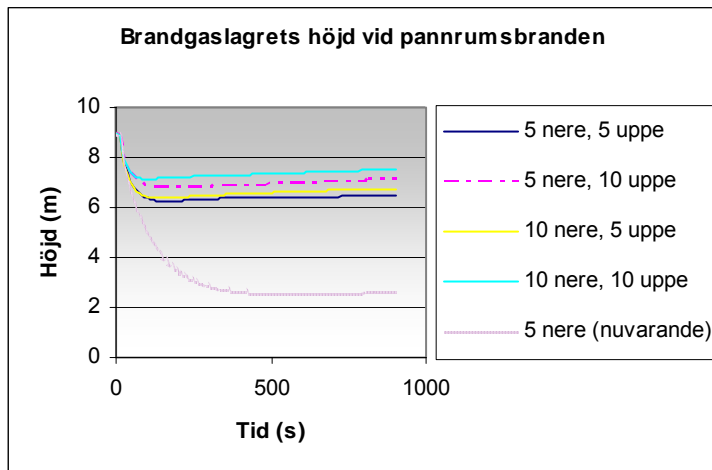


Bild 10.6 Känslighetsanalys med vindpåverkan 5m/s och 5m<sup>2</sup> fönsteröppningar i personalrum, se bilaga känslighetsanalys pannrumsbrand för ytterligare förklaring.

## 10.3 Jämförelse handberäkningar brand i pannrum

När det gäller brandgasfyllnad görs ingen jämförelse med handberäkningar då denna inte kan göras korrekt därför att brandgaserna mestadels läcker över från ett angränsande rum. Dock visar handberäkningar att sikten i brandgaslagret blir kritisk.

Gällande handberäkningar av utrymningstiden blir denna ungefär den samma som den simulerande i simulex<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Se bilaga handberäkningar



## 11. Slutsats

Den absolut viktigaste skyddsåtgärden får anses vara att sätta in ett brand- och utrymningslarm. Man kan tydligt se i simuleringarna att detta är det mest betydelsefulla skyddssystemet. Vi anser att verksamheten i lokalen skall förbjudas om inget brand- och utrymningslarm installeras. Det förefaller inte troligt att alla människor som utsätts för kritiska förhållanden kommer att omkomma. Men det är samtidigt omöjligt att ange någon andel av de som kommer att omkomma, därför att detta förhållande kommer att variera i de olika scenarierna beroende på hur snabba brandförloppen är.

Genom att sätta in brandventilation, fläktar eller luckor, så fördröjer man brandgasfyllningen på andra våningsplan och i vissa fall förhindrar man den helt. En viktig sak att tänka på om man väljer att sätta in brandventilation, är att ordna tilluften på ett bra sätt. Om inte tilluften fungerar blir brandventilationen verkningslös. Det får även anses tveksamt om takfläktarna skall brukas i denna lokal då man i det nuvarande fallet kommer att trycka ner brandgaserna och i samverkan med brandventilationen, försämra utvärningen av brandgaserna.

I de simuleringar som genomförts visar det sig att den nya utrymningsvägen på andra våningsplanet är den minst betydelsefulla åtgärden. Dock får den stor verkningskraft då en brand är placerad så att den blockerar entrén och den andra utrymningsvägen på våningsplan två. Den här åtgärden får anses som den lättaste och billigaste att genomföra. Skall den tredje våningen öppnas, måste en utrymningsväg till det fria öppnas samt brand- och utrymningslarm installeras. Samtidigt bör man var restriktiv gällande personantalet (i samtliga simuleringar har aldrig mer än 30 personer tillåtits) på tredje våning då dessa oftast drabbas av brandgaser vid tillbud.

Lokalerna i byggnaden bör förses med tydliga skyltar med hur många personer som får vistas i utrymmena. Beträffande utrymningen i restaurangen kan den anses var tillfredställande då lokalen är lättorienterad och har god tillgång till utrymningsvägar. Därför kan personantalet sättas relativt högt, enligt våra simuleringar ungefär 150 personer. Vad gäller personantalet i saloonen är det mer svårhanterligt. Utför man alla skyddsåtgärder, ska man kunna tolerera ett personantal på 650 personer. Då man bara installerar brandlarm så kommer människor att drabbas av kritiska förhållanden, se tabell 9.2. Därför måste man om man väljer att bara installera larm sänka personantalet till 600 personer<sup>28</sup>. Denna siffra innehåller vissa osäkerheter då våra simuleringar eventuellt inte innehåller alla tänkbara scenarier. Dock känns det väsentligt att anläggningsägaren får en konkret siffra att använda sig av. Valet av utrymningslarm har fallit på ett förinspelat meddelande, då det erbjuder en kortare besluts- och reaktionstid. Anledningen till att det är förinspelat förutom tidigare nämnd orsak är att personalomsättningen är stor och inget egentligt krav på utrymning kan ställas på dem.

Sprinkler har aldrig sett som något alternativ eftersom lokalens geometri är svårbemästrad och då det knappast kan genomföras pga kostnaden eftersom lokalen endast är öppen tre månader om året. Gällande handbrandsläckare måste en bättre kontinuitet av släckare tas fram. I dagsläget finns alla typer, vatten, kolsyra, skum och pulver. Förslagsvis kolsyresläckare i köken, då det är vanligare med mindre bränder här och krav på bibehållen hygienisk standard. I övriga utrymmen anses pulversläckare av ABC vara det bästa alternativet då pulver erbjuder den bästa släckeffektiviteten.

---

<sup>28</sup> Se Simulexbilaga tabell 9.9



## 12. Åtgärder och förbättringar

### 12.1 Lokal och personal

Brandskyddet i en byggnad bygger på att flera system samverkar för att säkerställa utrymning. Är det fel eller stora brister på ett delsystem kan hela utrymningen misslyckas. Därför är det viktigt att personalen är utbildad och känner till hur brandskyddet är tänkt att fungera för att kunna ha uppsikt och kontroll. Denna utbildning bör ske inför varje säsong då personalomsättningen är stor på detta objekt. Utbildningen måste innehålla de bitar som gäller åtgärder vid brand. Här bör även ingå en övergripande förståelse för systemets funktion vad gäller brandgasluckor och brandlarmssystem.



Bild 12.1 Dörr till pannrum

Det passiva brandskyddet (väggar, dörrar) i denna byggnad bör förbättras. Hål i brandväggar och i dörrar, otäta rum innehållande troliga punkter för brandstart, ex pannrum, bör åtgärdas för att förhindra brand- och rökspridning. Hindras inte brandgasspridning så kommer utrymningsvägar att blockeras vilket troligtvis innebär att fler kommer att utsättas för kritiska förhållanden. Anläggningen bör även kompletteras med utrymningsplaner och med information om maximala antalet personer.

*Förbättringar, lokal och personal*

- Passivt brandskydd (Väggar, dörrar)
- Utrymningsplaner och max personantal
- Utbildning av personal

### 12.2 Utrymning

Skyddet i denna byggnad bygger på att människorna utrymmer snabbast möjligt, då inga släcksystem utöver handbrandsläckare finns att tillgå. För att möjliggöra en snabb utrymning krävs ett larm och ett antal övriga åtgärder. Dessa övriga åtgärder handlar om att göra utrymningsvägarna mer attraktiva genom att göra dem ljusare och mer synliga för att på så sätt styra folk dit man vill, dvs till bästa utrymningsväg. Åtgärderna kan bestå av att förstärka utrymningsskyltar med blixtljus, belysa gårdsplanen och utvändigt balkong på andra våningen och att förstärka upp lokalen med skyltning om närmsta utrymningsväg. System som gör att utrymningen startar snabbt vid ett larm måste också ordnas. Exempel på detta är att vid larm stänga av musiken, lysa upp lokalen och antingen via inspelat meddelande eller talat meddelande informera människor om att de skall utrymma lokalen.

*Förbättringar, utrymning*

- Utrymningslarm
- Attraktiva utrymningsvägar (Blixtljus, belysning, skyltar)
- Information vid larm



Bild 12.2 Utrymningsbelysning förstärkt med blixtljus för att vägleda utrymmande personer

## 12.3 Förslag på åtgärder

### Åtgärder som skall genomföras

- Brand- och utrymningslarm skall installeras
- Samtliga skyltar skall belysas
- Skyltar om högsta personantal skall finnas
- Nödutrymningsdörrarna skall monteras med korrekt öppningsanordning så att de ej kan låsas.
- Om tredje vånings öppnas skall ny utrymningsväg skapas. Se bild 12.3
- Kontroll av handbrandsläckare skall ske årligen se bild 3.1

### Åtgärder som bör genomföras

#### Handbrandsläckare

- Bättre utmärkta pulversläckare runt om i lokalen,
- Koldioxidsläckare i kök

#### Brandmur

- Laga hål i brandmur
- Täta anslutningar vid dörrhandtag och lås
- Dörrstängare på dörrar genom brandmur

#### Rökevakeringssystem

- Brandgasluckor i tak och erforderliga tilluftsöppningar
- Takfläktar borttages vid installation av brandgasventilation

#### Utrymningssystem

- Ny utrymningsväg på andra våningen
- Upplysning av lokal vid larm
- Minimera lagring av brännbart material i angränsande utrymmen (se bild 10.1)
- Utrymningsplaner vid entré
- Om inte tredje våning tas i bruk bör avspärningen av denna ej påverka utrymning på andra våningsplan som den gör i dagsläget.

#### Utrymningsbelysning

- Montering av blyxtljus vid utrymningsskyltarna
- Belysning på gårdsplan
- Upplust utvändigt utrymningsväg på andra våningen.



Bild 12.3 Här visas placering för ny nödutgång från våning tre. Denna bör utföras med kortast möjliga sträckning på taket för att minska tiden ovan personalrum. Placering på baksidan är vald med hänsyn till byggnadens arkitektur.



Bild 12.4 Takfläkten bör plockas ner vid montage av brandgasventilatorer.



Personalutbildning

- Åtgärder vid brand
- Släckteknik och livräddning
- Allmän systemkunskap

Räddningstjänst

- Insatsplaner
- Brandvattenförsörjning då vattennivån i dammen är låg.



Bild 12.5 Vattennivå i branddamm



## 14. Referenser

<sup>5, 7, 26</sup> Frantzich, Håkan. *Tid för utrymning vid brand*, P21-365/01 Räddningsverket, Karlstad, 2001

<sup>12</sup> Holmstedt, Göran; Nilsson, Daniel. *Kursmaterial i kursen Aktiva system* LTH, Kompendium

<sup>2, 3</sup> Räddningstjänstlag (1986:1102), <http://www.notisum.se/rnp/SLS/LAG/19861102.HTM>

<sup>31</sup> Drysale, Dougal. *An introduction to fire dynamics*, 2<sup>nd</sup> Edition, ISBN 0-471-97291-6, Johan Wiley & Sons, 2000

<sup>19, 25</sup> Matti Kokkala, Ulf Göransson och Johan Söderbom, *EUREFIC Large scale fire experiments in a room with combustible linings*, SP REPORT 1990:41

<sup>17, 29, 30, 32, 33</sup> Karlsson Björn, Quintiere G James, *Enclosure Fire Dynamics*, 2000, ISBN 0-8493-1300-7

<sup>34</sup> SFPE fire protection engineering 2nd edition, ISBN: 0-87765-354-2

<sup>1</sup> Statens haverikommission, *Brand på Herkulesgatan i Göteborg, o län, den 29-30 oktober 1998*, ISSN: 1400-5751.

<sup>11</sup> Svensson Stefan, *Brandgasventilation*, Räddningsverket, Karlstad, 1998

<sup>4</sup> Räddningsverket, *Dödsbränder*, 1999, rapportnummer I99-077/00

<sup>9, 35, 36</sup> *Brandskyddshandboken*, rapport 3117, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2002

### Bakgrundslitteratur

Särdgvist, Stefan. *Vatten och andra släckmedel*, ISBN 91-7253-145-2, Räddningsverket, Karlstad, 2002

National Institute of Standards for Technology (NIST), [www.fire.nist.gov](http://www.fire.nist.gov), Fire scenarios

Statistik angående tillbud i restaurang och liknande lokaler  
Statistikavdelningen statens räddningsverk



## Bilaga Handberäkningar

### Köksbrand:

Avbrinning som krävs för 2MW

$$\Delta H_{c_{trä}} = 16 \text{ kJ} / \text{g}$$

$$\frac{2000 \text{ kW}}{16 \text{ kJ} / \text{g}} = 125 \text{ g} / \text{s}$$

Denna avbrinningshastighet kan anses rimlig

### Brandgaslagrets höjd

Pga svårigheten att ge en perimeter för Thomas plymmodell väljer vi att använda Zukoskis rökfyllnadsmodell<sup>29</sup>. Vi är medvetna om att denna modell endast är definierad för mindre effekter.

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{1100 \cdot H^{5/2}} = \frac{2000}{1100 \cdot 9^{5/2}} = 0,0075$$

$$y = \frac{z}{H} = \frac{4,9}{9} = 0,544$$

Fig 8,9 sid 199<sup>30</sup> ger  $(\dot{Q}^*)^{1/3} \cdot \tau = 3$

$$(0,007482)^{1/3} \cdot \tau = 3 \quad \Rightarrow \quad \tau = 15,34$$

$$\tau = t \sqrt{\frac{g}{H}} \cdot \frac{H^2}{S} \Rightarrow t = 61 \text{ s}$$

Branden har en tillväxt under de första 180 sekunderna där inte någon större mängd brandgaser bildas. Först efter cirka 240 sekunder kommer brandgaserna nå 4.1 meter ner från taket.

### Tid till kritiska förhållande pga siktnefsättning

$$D_{0,Trä} = 0,1 \text{ m}^3 / \text{g}$$

$$\Delta H_{C, Trä} = 16,0 \text{ KJ/g}^{31}$$

<sup>29</sup> Enclosure fire dynamics, Karlsson, Quintiere 2000

<sup>30</sup> Enclosure fire dynamics, Karlsson, Quintiere 2000

<sup>31</sup> Drysale, Dougal

$$V = 24 \cdot 14 \cdot 6 + 16 \cdot 4 \cdot 3 = 2208 m^2$$

För att bestämma sikten i brandgaslagret måste man först bestämma mängden massa som brunnit. Det kan bestämmas eftersom man har en effektutvecklingskurva. Sikten i brandgaslagret kontrolleras när kritiska förhållande uppstår på andra våningsplan dvs efter 385 s.

$$\alpha = \frac{Q}{t^2} \Rightarrow \alpha = \frac{2000}{210^2} = 0,045$$

$$\Delta H_c \cdot m = \int_0^t \alpha \cdot t^2 \cdot dt$$

$$\Delta H_c \cdot m = \frac{\alpha \cdot t^3}{3} \Rightarrow m = \frac{0,045 \cdot 210^3}{3 \cdot 16} = 8682 g$$

Efter 210 sekunder blir effektutvecklingskurvan stationär och för att bestämma resterande mängd massa som brunnit fram till 385 sekunder görs följande beräkning.

$$m = \frac{Q \cdot t}{\Delta H_c} \Rightarrow m = \frac{2000 \cdot 175}{16} = 21875 g$$

Totala mängden massa blir  $8682 + 21875 = 30557 g$

Volymen brandgaser blir  $16 \cdot 4 \cdot 3 + 24 \cdot 14 \cdot 1,1 = 561,6 m^3$

$$\frac{D}{L} = 10 \log \left( \frac{m}{V} \right) \quad (10m \text{ sikt})$$

$$D_0 = \frac{D}{L} \cdot \frac{V}{m} \Rightarrow D_L = \frac{0,1 \cdot 30557}{561,6} = 5,4 ob$$

$$Sikt(m) = \frac{10 \log 10}{5,4} = 1,8 m$$

När brandgaslagret har nått en höjd av 4,1 meter från tak är det kritisk sikt i brandgaserna.

## Anlagd brand

Effektutveckling för bensenbränden med utbredningsarea  $5 m^2$ .

$\dot{m}'' = \dot{m}''_{\infty}$  Diametern överstiger 1 m.

$$\dot{Q} = \dot{m}'' \cdot A \cdot \Delta H_c \cdot \chi = 0,055 \cdot 5 \cdot 43,7 \cdot 0,7 \approx 8 MW$$

Max effektutveckling vid ventilationskontrollerad brand.

$$Q = 0.5 \cdot A_0 \cdot \sqrt{H_0} \cdot 0.23 \cdot 13.1$$

$$0.5 \cdot 5 \cdot \sqrt{2.1} \cdot 0.23 \cdot 13.1 = 11 \text{ MW}$$

Brandgaslagrets höjd

Vi använder Zukoskis plymmodell<sup>32</sup> för att beräkna brandgaslagrets höjd. Detta för att alfa värdet blir svårt att välja med tanke på effektutvecklingen för vårt förlopp

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{1100 \cdot H^{5/2}} = \frac{8000}{1100 \cdot 9^{5/2}} = 0,0299$$

**Våning 1**

$$y = \frac{z}{H} = \frac{1,9}{9} = 0,211$$

Fig 8,9 sid 199<sup>33</sup> ger  $(\dot{Q}^*)^{1/3} \cdot \tau = 5$

$$(0,0299)^{1/3} \cdot \tau = 5 \quad \Rightarrow \quad \tau = 16,1$$

$\tau = t \sqrt{\frac{g}{H}} \cdot \frac{H^2}{S} \Rightarrow t = 70,1 \text{ s}$  dvs efter 70 sekunder har brandgaserna nått 7,1 meter ner från taket.

**Våning 2**

$$y = \frac{z}{H} = \frac{4,9}{9} = 0,544$$

Fig 8,9 sid 199 ger  $(\dot{Q}^*)^{1/3} \cdot \tau = 2,5$

$$(0,0299)^{1/3} \cdot \tau = 2,5 \quad \Rightarrow \quad \tau = 8,05$$

$\tau = t \sqrt{\frac{g}{H}} \cdot \frac{H^2}{S} \Rightarrow t = 32 \text{ s}$  dvs efter 32 sekunder har brandgaserna nått 4,1 meter ner från taket.

**Våning 3**

$$y = \frac{z}{H} = \frac{7,9}{9} = 0,87$$

Fig 8,9 sid 199 ger  $(\dot{Q}^*)^{1/3} \cdot \tau = 0,8$

<sup>32</sup> Enclosure fire dynamics, Karlsson, Quintiere 2000

<sup>33</sup> Enclosure fire dynamics, Karlsson, Quintiere 2000

$$(0,0299)^{1/3} \cdot \tau = 0,8 \quad \Rightarrow \quad \tau = 2,58$$

$\tau = t \sqrt{\frac{g}{H}} \cdot \frac{H^2}{S} \Rightarrow t = 10,2s$  dvs efter 10 sekunder har brandgaserna nått 1,1 meter ner från taket.

### Tid till kritiska förhållande pga siktnedsättning

$$D_{0,Bensin} = 2.80bm^3 / g^{34}$$

$$\Delta H_{C, Bensin} = 44,77 \text{ KJ/g}$$

$$V = 24 \cdot 14 \cdot 6 + 16 \cdot 4 \cdot 3 = 2208m^2$$

För att bestämma sikten i brandgaslagret måste man först bestämma mängden massa som brunnit. Det kan bestämmas eftersom man har en effektutvecklingskurva. Sikten i brandgaslagret kontrolleras när kritiska förhållande uppstår på andra våningsplan dvs efter 35 s.

$$m = \frac{Q \cdot t}{\Delta H_C} \Rightarrow m = \frac{8000 \cdot 35}{44,77} = 10721g$$

$$\text{Volymen brandgaser blir } 16 \cdot 4 \cdot 3 + 24 \cdot 14 \cdot 1,1 = 561,6m^3$$

$$\frac{D}{L} = 1obscura \text{ (10m sikt)}$$

$$D_0 = \frac{D}{L} \cdot \frac{V}{m} \Rightarrow D_L = \frac{2.8 \cdot 10721}{561,6} = 53.5ob$$

$$Sikt(m) = \frac{10 \log 10}{53.5} = 0.187m$$

När brandgaslagret har nått en höjd av 4,1 meter från tak är det kritisk sikt i brandgaserna.

### Pannrumsbrand

Max effektutveckling vid ventilationskontrollerad brand.

$$Q = 0.5 \cdot A_0 \cdot \sqrt{H_0} \cdot 0.23 \cdot 13.1$$

---

<sup>34</sup> SFPE



$$0.5 \cdot 3 \cdot \sqrt{1.0} \cdot 0.23 \cdot 13.1 = 4.5 \text{ MW}$$

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{1100 \cdot H^{5/2}} = \frac{10000}{1100 \cdot 9^{5/2}} = 0,037$$

### Våning 2

$$y = \frac{z}{H} = \frac{4,9}{9} = 0,544$$

$$(\dot{Q}^*)^{1/3} \cdot \tau = 2,5$$

$$(0,007482)^{1/3} \cdot \tau = 2,5 \quad \Rightarrow \quad \tau = 7,47$$

$$\tau = t \sqrt{\frac{g}{H}} \cdot \frac{H^2}{S} \Rightarrow t = 29,7 \text{ s}$$

### Våning 3

$$y = \frac{z}{H} = \frac{7,9}{9} = 0,87$$

$$(\dot{Q}^*)^{1/3} \cdot \tau = 1,0$$

$$(0,007482)^{1/3} \cdot \tau = 1,0 \quad \Rightarrow \quad \tau = 3,0$$

$$\tau = t \sqrt{\frac{g}{H}} \cdot \frac{H^2}{S} \Rightarrow t = 12 \text{ s}$$

Dessa tider som är framräknade är inte särskilt troliga eftersom man antar att branden är placerad i saloonen och inte i ett intilliggande utrymme. Där ”den verkliga” transsportorsaken utgörs av temperaturskillnader.

### Tid till kritiska förhållande pga siktnedsättning

$$D_{0,Trä} = 0,1 \text{ obm}^3 / \text{g}$$

$$\Delta H_{C, Trä} = 16,0 \text{ KJ/g}$$

$$V = 24 \cdot 14 \cdot 6 + 16 \cdot 4 \cdot 3 = 2208 \text{ m}^2$$

För att bestämma sikten i brandgaslagret måste man först bestämma mängden massa som brunnit. Det kan bestämmas eftersom man har en effektutvecklingskurva. Sikten i brandgaslagret kontrolleras när kritiska förhållande upp står på andra våningsplan dvs efter 330 s. I detta scenario är det 330 sekunder från att branden når en effekt på 10 MW, det är först då brandgaserna börjar välla in. Dock måste vi räkna med brandgaserna som bildats innan.

$$m = \frac{Q \cdot t}{\Delta H_c} \Rightarrow m = \frac{2000 \cdot 480}{16} = 60000g$$

$$m = \frac{10000 \cdot 330}{16} = 206250g$$

Totala mängden massa blir  $60\,000 + 206\,250 = 266\,250g$

Volymen brandgaser blir volymen i saloonen plus volymen i personalutrymmet.

$$\text{Volymen i saloonen } 16 \cdot 4 \cdot 3 + 24 \cdot 14 \cdot 1,1 = 561,6m^3$$

$$\text{Volymen i personalutrymmet } 10 \cdot 31 \cdot 3 = 930m^3$$

$$\frac{D}{L} = 10^{obscura} \text{ (10m sikt)}$$

$$D_0 = \frac{D}{L} \cdot \frac{V}{m} \Rightarrow D_L = \frac{0,1 \cdot 266250}{561,6 + 930} = 17,8ob$$

$$Sikt(m) = \frac{10 \log 10}{17,8} = 0,56m$$

När brandgaslagret har nått en höjd av 4,1 meter från tak är det kritisk sikt i brandgaserna.

## Handberäkningar utrymning

Dessa beräkningar görs för att verifiera utrymningstider framtagna i Simulex. Om dessa handberäknade tiderna är kortare eller ligger i närheten av de framtagna i Simulex anser vi att de är godtagbara.

Hur personer väljer väg beror på situationen. De största antalet på första våningen väljer att gå ut genom entrén då de kom in denna väg. På andra våningen väljer många att gå ner för att komma ut samma väg de kom in, och vid utrymningsvägen via balkongen kan det uppstå köbildning. Alla personer på tredje våningen väljer troligtvis den nya utrymningsvägen över taket då de snabbt måste utrymma på grund av brandgaserna som blockerar vägen nedåt.

Nedanstående resultat baseras på Brandskyddshandbokens<sup>35</sup> beräkningar för utrymningstider.

### 1:a våningen

Utrymningsväg/dörr	%	Personer från första våningen	Personer från andra våningen	Totala antalet personer	Tid s
Scen	25	80	135	215	238
Entré	50	160	135	295	219
Bar	25	80	0	80	100

### 2:a våningen

Dörr/trappa	%	Personantal	Tid s
Trappa scen	45	135	Går till scendörr våning 1
Trappa entré	45	135	Går till entrédörr våning 1
Balkongdörr	10	30	33

### 3:våningen

Dörr	%	Personantal	Tid s
Ny utrymningsväg	100	30	30

Restaurangen har god tillgång på utrymningsvägar då den total dörrbredden är fem meter på 150 personer. Detta ger en utrymningstid på en minut och kommer ej att vara den dimensionerande tiden. Den maximala gångtid som kan uppstå är för de personer på andra våningen som väljer att gå ner och lämna byggnaden via dörr på första våningsplan. Denna blir ca en minut då vi väljer deras gånghastighet enligt Brandskyddshandboken<sup>36</sup>. Tjugo meter horisontell förflyttning vid hög persontäthet plus tio meter nedför trappa ( $20/0.6+10/0.5=53$  sekunder).

Samtliga handberäknade utrymningstider är kortare än de tider Simulex ger. Då det kommer att uppstå kö vid entré- och scendörren kommer förflyttningstiderna inte att behöva räknas med. Därav kan de simulerade tiderna anses riktiga.

<sup>35</sup> Brandskyddshandboken 2002, figur 6.26 sidan 96

<sup>36</sup> Brandskyddshandboken 2002, tabell 6.7 sidan 96



**Bilaga Simulexresultat****Pannrumsbrand**

Tabell 10.1 Pannrum nuvarande 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	30	240 +/- 120	465	<b>495</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	10	90 +/- 20	420	<b>430</b>	4,9	nej	330	88
3:e våning	10	20 +/- 10	115	<b>125</b>	7,9	nej	18	30

Tabell 10.2 Pannrum med larm 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	10	161 +/- 82	392	<b>402</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	10	161 +/- 82	365	<b>375</b>	4,9	nej	330+450	0
3:e våning	10	161 +/- 82	305	<b>315</b>	7,9	nej	18+450	0

Tabell 10.3 Pannrum med brandgasluckor utan larm 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	30	240 +/- 120	465	<b>495</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	10	90 +/- 20	420	<b>430</b>	4,9	ja	—	0
3:e våning	10	20 +/- 10	115	<b>125</b>	7,9	ja	20	30

Tabell 10.4 Pannrum med brandgasluckor och larm 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	10	161 +/- 82	392	<b>402</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	10	161 +/- 82	365	<b>375</b>	4,9	ja	—	0
3:e våning	10	161 +/- 82	305	<b>315</b>	7,9	ja	20+450	0

**Anlagd brand**

Tabell 8.1 Anlagd nuvarande 650 personer

	varelsblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	350	<b>355</b>	1,9	nej	160	7
2:a våning	10	15 +/- 5	305	<b>315</b>	4,9	nej	35	282
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	nej	8	30

Tabell 8.2 Anlagd med brandgasluckor 650 personer

	varelsblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	350	<b>355</b>	1,9	nej	285	0
2:a våning	10	15 +/- 5	305	<b>315</b>	4,9	nej	55	261
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	nej	10	30

Tabell 8.3 Anlagd med ny utrymningsväg 650 personer

	varelsblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	185	<b>190</b>	1,9	nej	160	6
2:a våning	10	15 +/- 5	190	<b>200</b>	4,9	nej	35	264
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	nej	8	30

Tabell 8.4 Anlagd med brandgasluckor med ny utrymningsväg 650 personer

	varelsblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	5	15 +/- 5	185	<b>190</b>	1,9	nej	285	0
2:a våning	10	15 +/- 5	190	<b>200</b>	4,9	nej	55	225
3:e våning	10	15 +/- 5	110	<b>120</b>	7,9	nej	10	30

**Köksbrand**

Tabell 9.1 Kök nuvarande brandskydd 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	75	240 +/- 120	505	<b>580</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	75	210 +/- 120	475	<b>550</b>	4,9	nej	385	55
3:e våning	75	190 +/- 90	315	<b>390</b>	7,9	nej	310	17

Tabell 9.2 Kök med larm 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	60	161 +/- 82	400	<b>460</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	60	161 +/- 82	365	<b>425</b>	4,9	nej	385	19
3:e våning	60	161 +/- 82	260	<b>320</b>	7,9	nej	310	2

Tabell 9.3 Kök med brandgasluckor 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	75	240 +/- 120	505	<b>580</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	75	210 +/- 120	475	<b>550</b>	4,9	ja	480	32
3:e våning	75	190 +/- 90	315	<b>390</b>	7,9	ja	310	17

Tabell 9.4 Kök med larm och brandgasluckor 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	60	161 +/- 82	400	<b>460</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	60	161 +/- 82	365	<b>425</b>	4,9	ja	480	0
3:e våning	60	161 +/- 82	260	<b>320</b>	7,9	ja	310	2

Tabell 9.5 Kök med ny utrymningsväg 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	75	240 +/- 120	400	<b>475</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	75	210 +/- 120	450	<b>525</b>	4,9	nej	385	23
3:e våning	75	190 +/- 90	315	<b>390</b>	7,9	nej	310	17

Tabell 9.6 Kök med larm och ny utrymningsväg 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	60	161 +/- 82	310	<b>370</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	60	161 +/- 82	310	<b>370</b>	4,9	nej	385	0
3:e våning	60	161 +/- 82	250	<b>310</b>	7,9	nej	310	0

Tabell 9.7 Kök med brandgasluckor och ny utrymningsväg 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	75	240 +/- 120	400	<b>475</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	75	210 +/- 120	450	<b>525</b>	4,9	ja	480	4
3:e våning	75	190 +/- 90	315	<b>390</b>	7,9	ja	310	17

Tabell 9.8 Kök med larm, ny utrymningsväg och brandgasluckor 800 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	60	161 +/- 82	310	<b>370</b>	1,9	ja	—	0
2:a våning	60	161 +/- 82	310	<b>370</b>	4,9	ja	480	0
3:e våning	60	161 +/- 82	250	<b>310</b>	7,9	ja	310	0



## Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

Tabell 9.9 Kök med larm 750 personer

	varselblivning (s)	beslut & reaktion (s)	förflyttning (s)	utrymningstid (s)	kritiskt höjd (m)	brandvent.	tid till kritisk nivå (s)	Antal som utsätts för kritiska förhållanden
1:a våning	60	161 +/- 82	366	<b>426</b>	1,9	nej	—	0
2:a våning	60	161 +/- 82	320	<b>380</b>	4,9	nej	385	0
3:e våning	60	161 +/- 82	250	<b>310</b>	7,9	nej	310	0



## Bilaga 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>

## Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

### Startföremål för brand i Restaurang/danslokal

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
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
Fläkt/ ventilationsanläggning	3	4	2	3	7	6	2	27
Skräp i container			2	2	2	2	6	6
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>

### Brandorsak för brand i Restaurang/danslokal

Brandorsak	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Totalt
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>

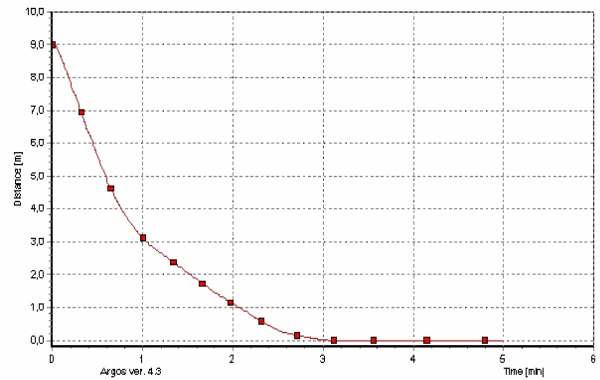
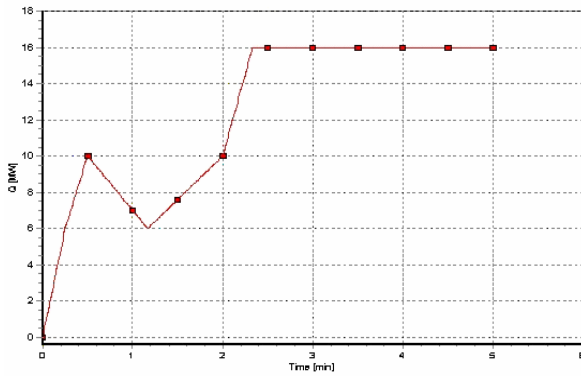
## **Bilaga känslighetsanalys**

### **Förklaring till grafer på följande sidor**

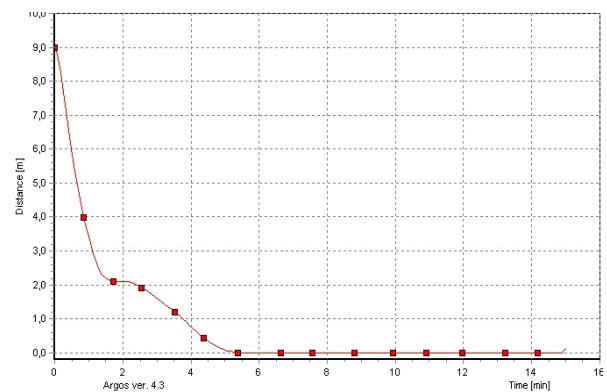
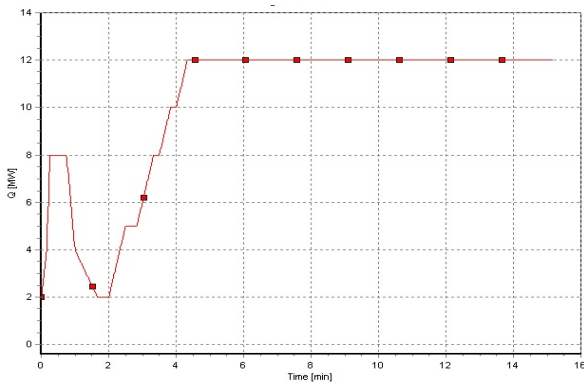
Kvadrater symboliserar värde i saloonen, fyllda cirklar visar intilliggande berört utrymme.

## Känslighetsanalys avseende brandgaslagrets höjd vid varierande effekt i anlagd brand

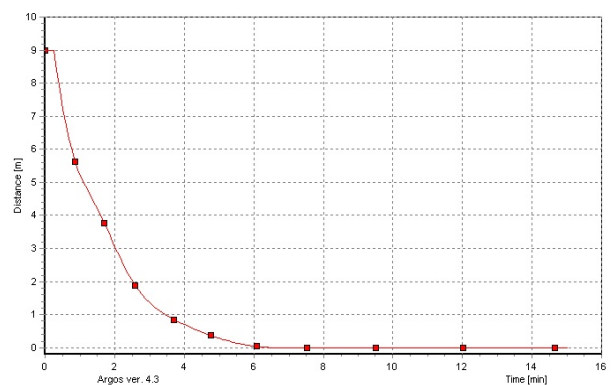
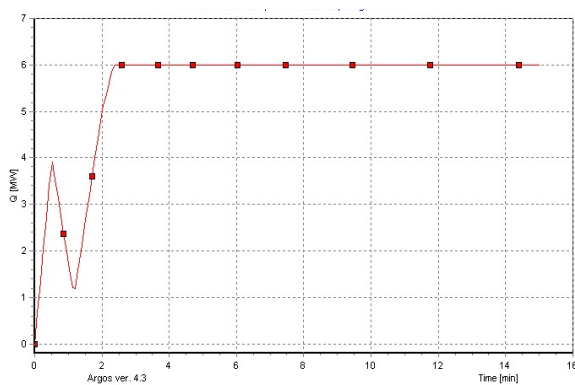
Större effekt än dimensionerande



Dimensionerande effekt för utrymningssimuleringar



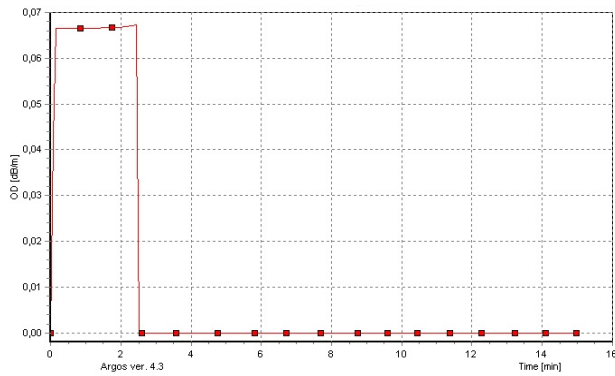
Mindre effekt än dimensionerande



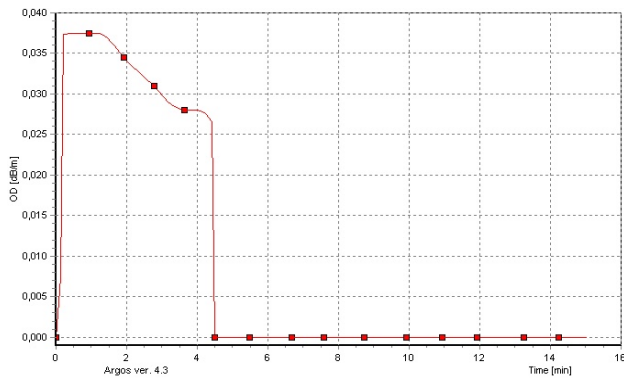
Här kan man se att brandgaslagret fortare når golvet vid en ökande effekt precis som man kan förvänta sig.

## Känslighetsanalys avseende optisk röktäthet under brandgaslagret vid anlagd brand och vid varierande effekt

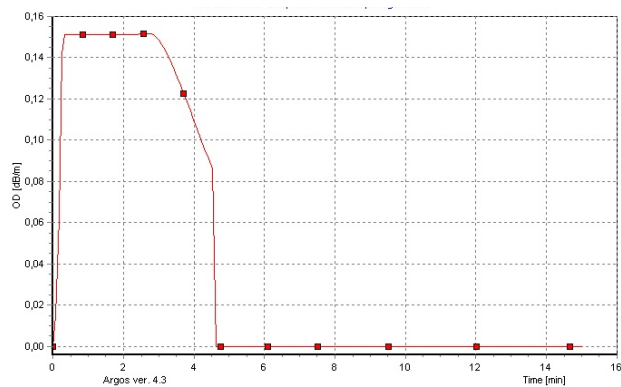
Större effekt än dimensionerande



Dimensionerande effekt för utrymningssimuleringar



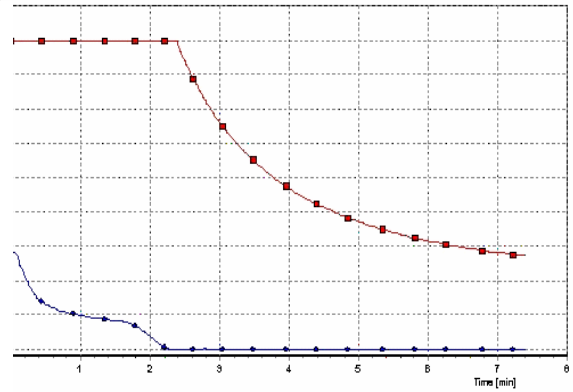
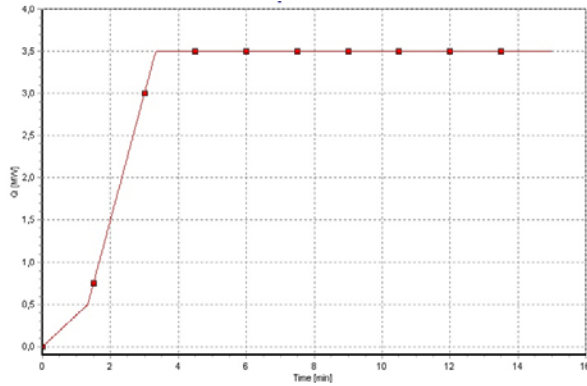
Mindre effekt än dimensionerande



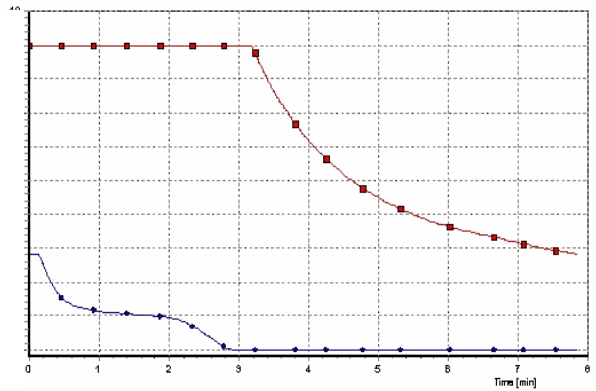
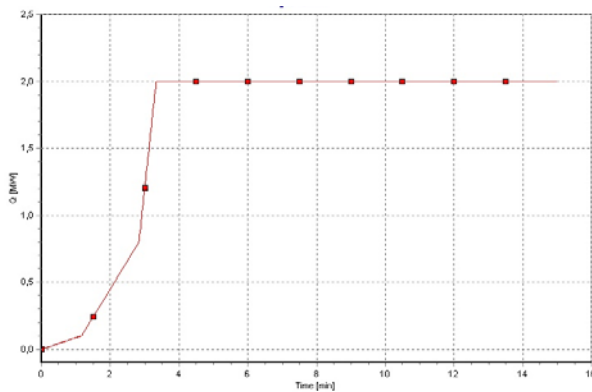
Här kan man se att sikten under brandgaslagret aldrig blir sämre än 67 m då denna beräknas som  $10/OD$ . Detta innebär att förhållandena aldrig blir kritiska till följd av sikten under brandgaslagret.

## Känslighetsanalys avseende brandgaslagrets höjd vid varierande effekt i köksbrand

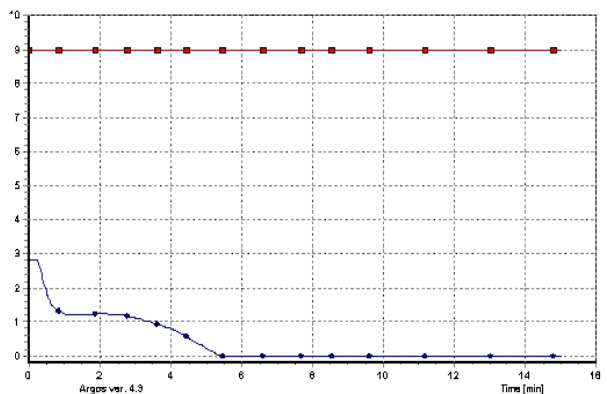
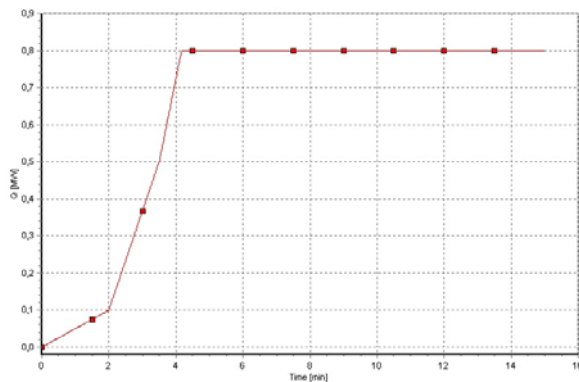
Större effekt än dimensionerande



Dimensionerande effekt för utrymningssimuleringar



Mindre effekt än dimensionerande

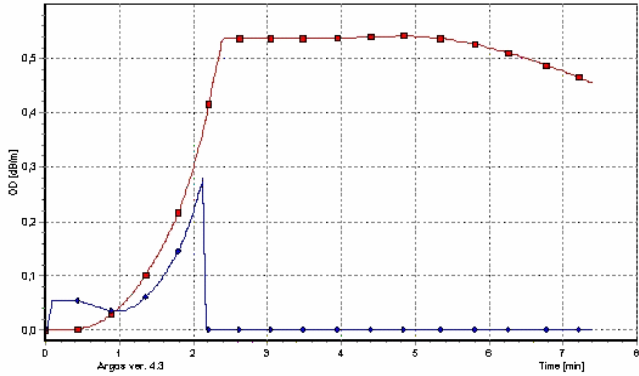


Här kan man se att brandgaslagret lägger sig på samma höjd vid de två högsta effekterna, men når denna höjd vid olika tider. Vid den mindre effekten bildas inget brandgaslaget vilket innebär att sikten i rummet blir sämre då rökgaserna blandar sig i hela rummet.

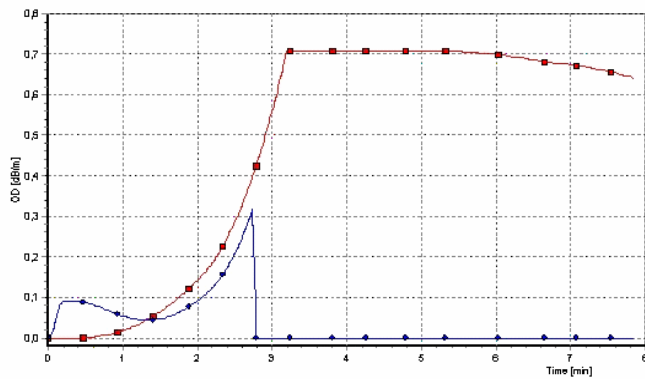


## Känslighetsanalys avseende optisk röktäthet under brandgaslagret vid köksbrand och vid varierande effekt

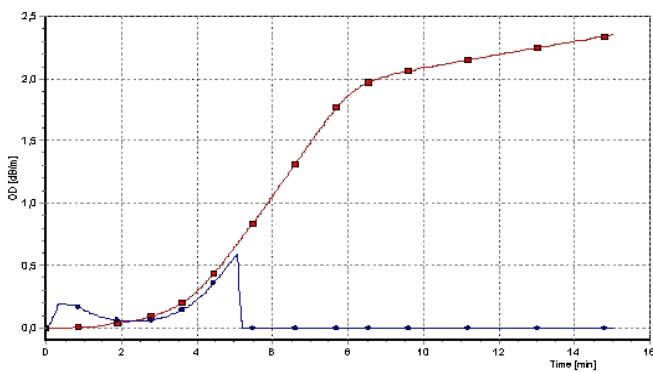
Större effekt än dimensionerande



Dimensionerande effekt för utrymningssimuleringar



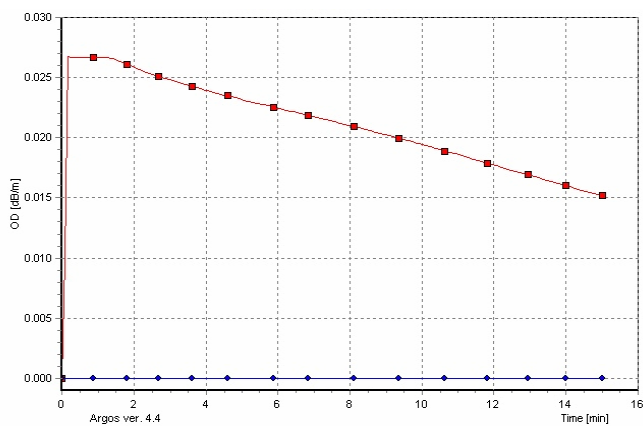
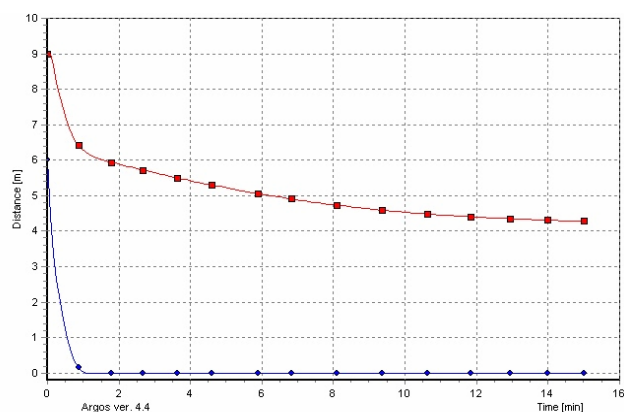
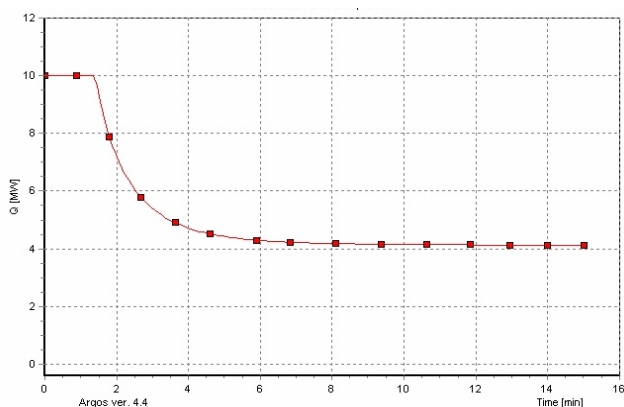
Mindre effekt än dimensionerande



Sikten blir endast kritisk i det sista fallet. Se föregående sida för förklaring.

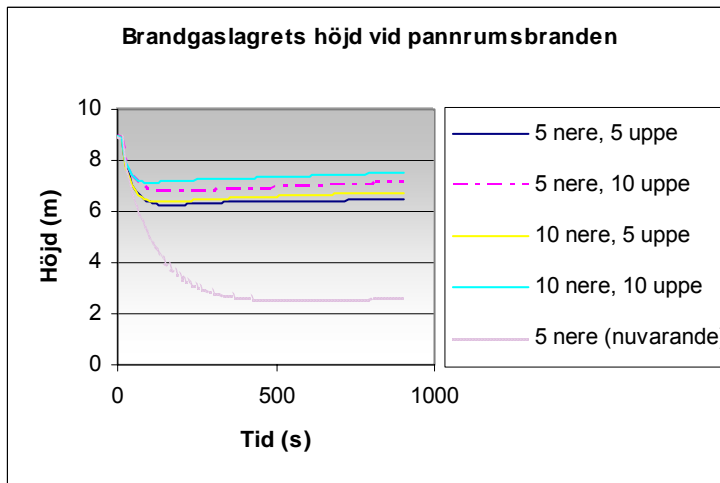
## Känslighetsanalys på pannrumsbranden

Nedan visas effekten som uppkommer till följd av att det inte finns några öppningar i personalrummet. Då vi använde fönsteröppningar men ingen vind, fick vi upp vår effekt till tio MW i personalrummet, men då bildades knappt något brandgaslager i saloonen. Då vi inte vet hur vinden blåser eller hur snabbt taket brinner av i personalrummet, valde vi att simulera med stängda fönster. Tiderna till kritiska förhållande från denna simulering använde vi i Simulex. Vi har också simulerat i Argos med öppna fönster och med viss vindpåverkan. Skillnaderna mellan simuleringarna kan ses på nästa sida. Nedan visas brandgaslagrets höjd i saloonen och den optiska tätheten.

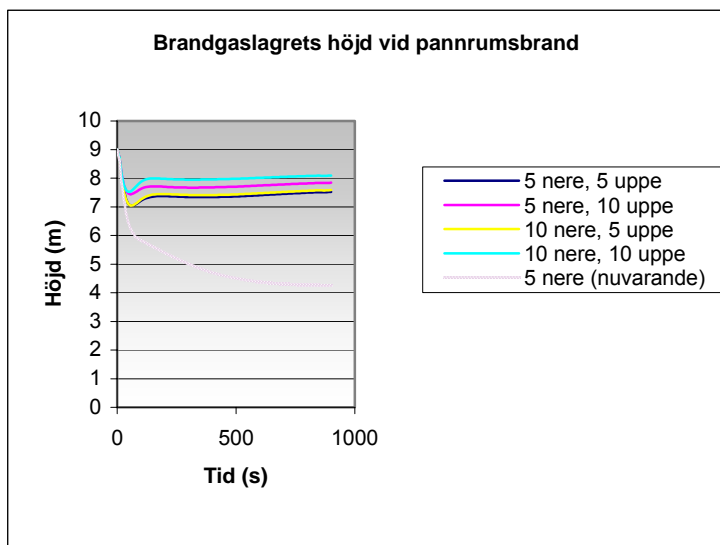


# Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

Känslighetsanalys med vindpåverkan 5m/s och 5m<sup>2</sup> fönsteröppningar i personalrum.



Känslighetsanalys utan vindpåverkan och utan fönsteröppningar i personalrum





# Client - Anlagd brand

---

## Basic information

Client: H C  
Scenario name: Anlagd brand  
Consultant: Grupp 1  
Company type: Various  
Basic bldg. construction: Timber  
Number of rooms: 1  
Last revision: 2003-11-20 11:48:55  
Revision No.: 11

## Fire brigade

City area: No  
24 hour: No  
Distance/fire station [km]: 0  
Calculated response time [min]: 0

## Room Saloon

Room use: Flammable store  
Room area [m2]: 340  
Average height [m]: 9  
Max. length [m]: 28  
Floor type: Timber floor

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

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 76

### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	1.4
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	0

### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	0.9
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	2.9

### **Ceiling**

**Base ceiling: EI 30 (30 min fire resistance)**

**Ceiling part: Hole (Miscellaneous)**

Type:	Miscellaneous	Width [m]:	0.5
No. of part:	1	Length [m]:	0.5
		Height. above floor [m]:	9

**Stock**

**Wood**

Floor area [%]: 70

**Incombustible solids**

Floor area [%]: 20

**Combustible solids**

Floor area [%]: 10

# Client - Köksbrand

---

## Basic information

Client: H C  
Scenario name: Köksbrand  
Consultant: Grupp 1  
Company type: Various  
Basic bldg. construction: Timber  
Number of rooms: 2  
Last revision: 2003-11-20 11:49:55  
Revision No.: 17

## Fire brigade

City area: No  
24 hour: No  
Distance/fire station [km]: 0  
Calculated response time [min]: 0

## Room Saloon

Room use: Flammable store  
Room area [m<sup>2</sup>]: 340  
Average height [m]: 9  
Max. length [m]: 20  
Floor type: Timber floor

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

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 76

#### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	1.4
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	0

#### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	0.9
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	2.9

### **Wall towards 'Köket'**

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 5

#### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	0.9
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	0

### **Ceiling**

**Base ceiling: EI 30 (30 min fire resistance)**

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

Type:	Miscellaneous	Width [m]:	0.5
No. of part:	1	Length [m]:	0.5
		Height. above floor [m]:	9

### **Stock**

#### **Wood**

Floor area [%]: 70

#### **Incombustible solids**

Floor area [%]: 20

#### **Combustible solids**

Floor area [%]: 10

## Room Köket

Room use:	Flammable store
Room area [m2]:	15
Average height [m]:	2.8
Max. length [m]:	2.5
Floor type:	Timber floor

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

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 0.01

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

Type:	Miscellaneous	Width [m]:	0.01
No. of part:	1	Height [m]:	1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	1

#### **Wall towards 'Saloon'**

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 5

#### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	0.9
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	0

### **Ceiling**

**Base ceiling: EI 30 (30 min fire resistance)**



## **Stock**

### **Wood**

Floor area [%]: 70

### **Incombustible solids**

Floor area [%]: 20

### **Combustible solids**

Floor area [%]: 10

# Client - Pannrumsbrand

---

## Basic information

Client: H C  
Scenario name: Pannrumsbrand  
Consultant: Grupp 1  
Company type: Various  
Basic bldg. construction: Timber  
Number of rooms: 2  
Last revision: 2003-11-20 11:59:43  
Revision No.: 47

## Fire brigade

City area: No  
24 hour: No  
Distance/fire station [km]: 0  
Calculated response time [min]: 0

## Room Saloon

Room use: Flammable store  
Room area [m<sup>2</sup>]: 340  
Average height [m]: 9  
Max. length [m]: 20  
Floor type: Timber floor

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

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 52

#### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	1.4
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	0

#### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	0.9
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	2.9

### **Wall towards 'Personalrum'**

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 24

#### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	0.9
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	2.9

## **Ceiling**

**Base ceiling: EI 30 (30 min fire resistance)**

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

Type:	Miscellaneous	Width [m]:	0.5
No. of part:	1	Length [m]:	0.5
		Height. above floor [m]:	9

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

Type:	Miscellaneous	Width [m]:	5
No. of part:	1	Length [m]:	1
		Height. above floor [m]:	9

## **Stock**

### **Wood**

Floor area [%]: 70

### **Combustible solids**

Floor area [%]: 10

### **Incombustible solids**

Floor area [%]: 20

## Room Personalrum

Room use:	Flammable store
Room area [m2]:	120
Average height [m]:	6
Max. length [m]:	15
Floor type:	Timber floor

### **Wall towards 'Saloon'**

**Base wall: Timber wall, 50 mm solid**

Length [m]: 24

### **Wall part: Solid wood door, 34 mm (open)**

Type:	Door	Width [m]:	0.9
No. of part:	1	Height [m]:	2.1
S-Door:	No	Height. above floor [m]:	2.9

## **Ceiling**

**Base ceiling: EI 30 (30 min fire resistance)**

**Ceiling part: Hole (Miscellaneous)**

Type:	Miscellaneous	Width [m]:	0.5
No. of part:	1	Length [m]:	0.5
		Height. above floor [m]:	6

**Stock**

**Wood**

Floor area [%]: 70

**Combustible liquids**

Floor area [%]: 10

**Combustible solids**

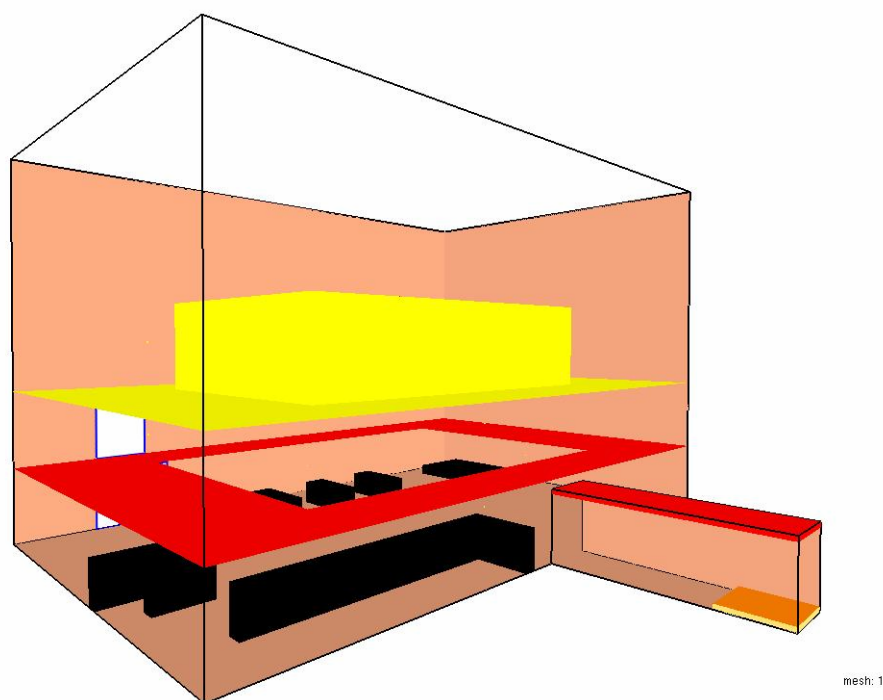
Floor area [%]: 20

## Bilaga FDS

### *FDS simulering av köksbranden*

FDS-simulering är gjord för att få en jämförelse till Argos. Eftersom gruppens samlade FDS-kunskaper är ringa, kommer dessa simuleringar inte vara dimensionerande för tid till kritiska förhållanden. Ett antal simuleringar har utförts för att komma fram till rätt effektutvecklingen på branden, rätt gridval mm. Även ett antal simuleringar har gjorts på de två andra scenarierna, men pga begränsad datorkraft så har inte korrelationerna på griden och dylikt kunnat genomföras i den utsträckning som behövs. Därför är de inte medtagna.

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

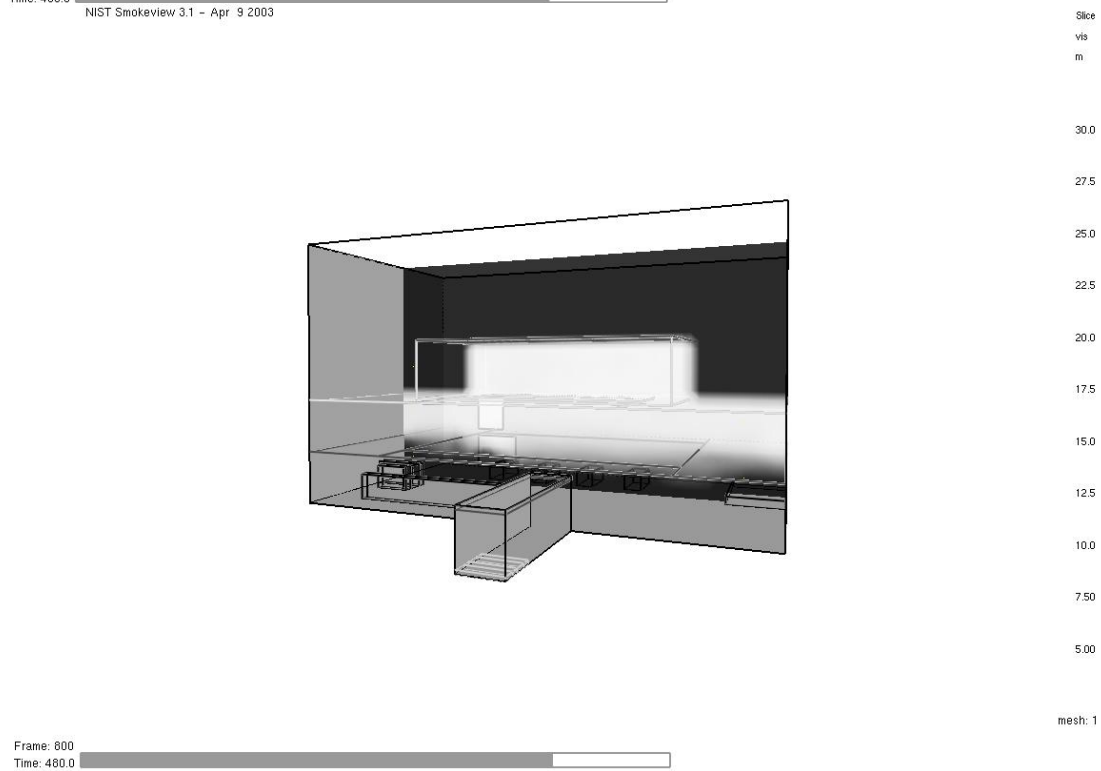
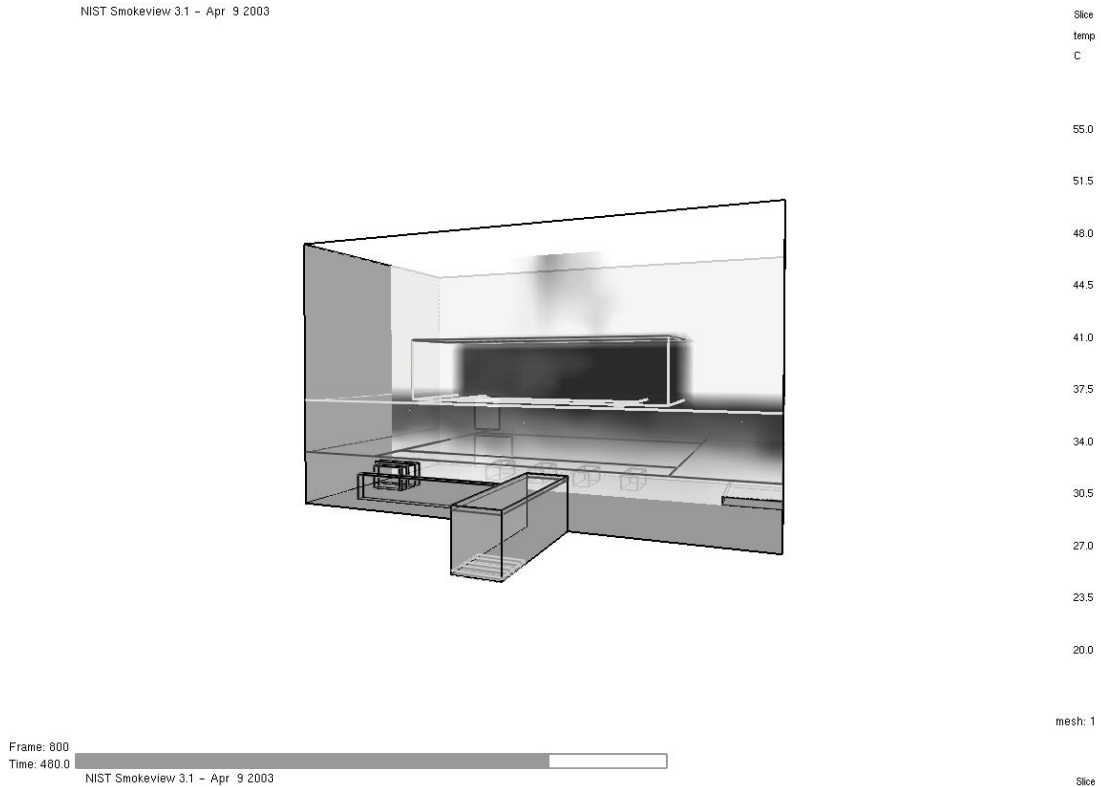


### **Resultat:**

Nedan kan man se att temperaturen efter 480 sekunder inte blir kritisk. Denna tid är vald då kritiska förhållanden inträffar på den andra våningen, i argosimuleringen "köksbrand med brandgasluckor".

# Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Ovan ses siktförhållanden efter 480 sekunder. Här får man anse att kritiska förhållanden har inträffat då sikten är mindre tio meter. Dock är det så att sikten ligger mellan fem och åtta meter och det är troligt att de flesta skulle kunna orientera sig ut från andra våningen.

## Indata FDS

```
&HEAD CHID='Hcbrand2',TITLE='Hc resturang chayenne' /

&PDIM XBAR0=13,XBAR=15,YBAR0=-7,YBAR=3,ZBAR0=0,ZBAR=2.5 /
&GRID IBAR=15,JBAR=50,KBAR=15 /

&OBST XB=13,15,-7,0,2.4,2.5,RGB=1,0,0 /

Branden
&SURF ID='Fire',HRRPUA=400.,RGB=1,0.5,0 /

&OBST XB=13,15,-7,-6.5,0,0.1,SURF_IDS='Fire','INERT','INERT' /
&OBST XB=13,15,-6.5,-6,0,0.1,SURF_IDS='Fire','INERT','INERT',T_CREATE=100.,
T_REMOVE=520. /
&OBST XB=13,15,-6,-5.5,0,0.1,SURF_IDS='Fire','INERT','INERT',T_CREATE=190.,
T_REMOVE=520. /
&OBST XB=13,15,-5.5,-5,0,0.1,SURF_IDS='Fire','INERT','INERT',T_CREATE=270.,
T_REMOVE=520. /

&GRID IBAR=48,JBAR=30,KBAR=30 /
&PDIM XBAR=24,YBAR=14,ZBAR=14 /

&OBST XB=5,19.2,2.8,6.5,8.9,9, RGB=1,0,0 /
&OBST XB=5,19.2,7.5,11.2,8.9,9 RGB=1,0,0 /
&OBST XB=5,9.6,6.5,7.5,8.9,9, RGB=1,0,0 /
&OBST XB=14.6,19.2,6.5,7.5,8.9,9 RGB=1,0,0 /

&VENT CB='ZBAR' ,SURF_ID='OPEN' /

&TIME TWFIN=600 /

&MISC
SURF_DEFAULT='PINE',REACTION='WOOD',DATABASE='c:\nist\fds\database3\databas
e3.data' /

Plan2
&OBST XB=0,4.5,0,14,2.8,2.9,RGB=1,0,0 /
&OBST XB=4.5,19.5,0,2.5,2.8,2.9,RGB=1,0,0 /
&OBST XB=4.5,19.5,11.5,14,2.8,2.9,RGB=1,0,0 /
&OBST XB=19.5,24,0,14,2.8,2.9,RGB=1,0,0 /

Plan3
&OBST XB=0,7,0,14,5.6,5.7,RGB=1,1,0 /
&OBST XB=17,24,0,14,5.6,5.7,RGB=1,1,0 /
&OBST XB=7,17,0,5,5.6,5.7,RGB=1,1,0 /
&OBST XB=7,17,9,14, 5.6,5.7,RGB=1,1,0 /

Ytterväggar plan 3
&OBST XB=4.8,5,2.8,11.2,5.7,9,RGB=1,1,0 /
&OBST XB=19,19.2,2.8,11.2,5.7,9,RGB=1,1,0 /
&OBST XB=5,19,2.8,3,5.7,9,RGB=1,1,0 /
&OBST XB=5,19,11,11.2,5.7,9,RGB=1,1,0 /

Baren på bottenplan
&OBST XB=2,12,2,2.5,0,1.5,RGB=0,0,0, /
&OBST XB=11.5,12,0,2,0,1.5,RGB=0,0,0 /
```

## Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

### Bord vid dansgolv

```
&OBST XB=6,7,10,12,0,1,RGB=0,0,0, /  
&OBST XB=9,10,10,12,0,1,RGB=0,0,0, /  
&OBST XB=12,13,10,12,0,1,RGB=0,0,0, /  
&OBST XB=15,16,10,12,0,1,RGB=0,0,0, /
```

### Scen vid dansgolv

```
&OBST XB=21,24,8,13,0,0.5,RGB=0,0,0, /
```

### Djbås

```
&OBST XB=1,3,4.5,5,0,1.5,RGB=0,0,0, /  
&OBST XB=0,3,6,6.5,0,1.5,RGB=0,0,0, /  
&OBST XB=2.5,3,5,6,0,1.5,RGB=0,0,0, /
```

### Ventilation via dörrar

```
&VENT XB=3,6,14,14,0,2.2,SURF_ID='OPEN',RGB=0,0,1 /  
&VENT XB=3,5,14,14,2.9,5.1,SURF_ID='OPEN',RGB=0,0,1 /
```

### Utfiler

```
&SLCF PBX=8,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&SLCF PBX=16,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&SLCF PBY=3,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&SLCF PBY=9,QUANTITY='carbon monoxide' /
```

```
&SLCF PBX=8,QUANTITY='visibility' /  
&SLCF PBX=16,QUANTITY='visibility' /  
&SLCF PBY=3,QUANTITY='visibility' /  
&SLCF PBY=9,QUANTITY='visibility' /
```

```
&BNDF QUANTITY='HEAT_FLUX' /
```

```
&BNDF QUANTITY='BURNING_RATE' /  
&BNDF QUANTITY='WALL_TEMPERATURE' /  
&SLCF PBX=4,QUANTITY='TEMPERATURE',VECTOR=.TRUE /  
&SLCF PBX=12,QUANTITY='TEMPERATURE',VECTOR=.TRUE /  
&SLCF PBX=18,QUANTITY='TEMPERATURE',VECTOR=.TRUE /  
&SLCF PBY=4,QUANTITY='TEMPERATURE',VECTOR=.TRUE /  
&SLCF PBY=8,QUANTITY='TEMPERATURE',VECTOR=.TRUE /  
&SLCF PBY=12,QUANTITY='TEMPERATURE',VECTOR=.TRUE /
```

### Temperatur

#### Plan 1

```
&THCP XYZ=12,12,1.7,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=22,7,1.7,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=12,2,1.7,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=2,7,1.7,QUANTITY='TEMPERATURE' /
```

#### Plan 2

```
&THCP XYZ=12,12,4.6,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=22,7,4.6,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=12,2,4.6,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=2,7,4.6,QUANTITY='TEMPERATURE' /
```

#### Plan3

```
&THCP XYZ=12,12,7.4,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=22,7,7.4,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=12,2,7.4,QUANTITY='TEMPERATURE' /  
&THCP XYZ=2,7,7.4,QUANTITY='TEMPERATURE' /
```



## Brandteknisk riskvärdering av Cheyenne Saloon, High Chaparral

### Kolmonoxid

#### Plan 1

&THCP XYZ=12,12,1.7,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=22,7,1.7,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=12,2,1.7,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=2,7,1.7,QUANTITY='carbon monoxide' /

#### Plan 2

&THCP XYZ=12,12,4.6,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=22,7,4.6,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=12,2,4.6,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=2,7,4.6,QUANTITY='carbon monoxide' /

#### Plan3

&THCP XYZ=12,12,7.4,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=22,7,7.4,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=12,2,7.4,QUANTITY='carbon monoxide' /  
&THCP XYZ=2,7,7.4,QUANTITY='carbon monoxide' /

### Visibility

#### Plan 1

&THCP XYZ=12,12,1.7,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=22,7,1.7,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=12,2,1.7,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=2,7,1.7,QUANTITY='visibility' /

#### Plan 2

&THCP XYZ=12,12,4.6,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=22,7,4.6,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=12,2,4.6,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=2,7,4.6,QUANTITY='visibility' /

#### Plan3

&THCP XYZ=12,12,7.4,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=22,7,7.4,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=12,2,7.4,QUANTITY='visibility' /  
&THCP XYZ=2,7,7.4,QUANTITY='visibility' /