



**LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA**
Lunds universitet



Brandteknisk riskvärdering
av

Infra Business Center

Av:
Max Faye-Wevle
Carl Håkansson
Robert Händel
Dan Svensson

Handledare:
Henrik Johansson
Katarina Wadensten

Lund, december 2003

Brandteknisk Riskvärdering
av
Infra Business Center

Max Faye-Wevle
Carl Håkansson
Robert Händel
Dan Svensson

Lunds Tekniska Högskola

2003

Avdelningen för Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Box 118
221 00 Lund
Telefon: 046-222 73 00

Department of Fire Safety Engineering
Lund University
Box 118
S-221 00 Lund, Sweden
Telephone: +46 46-222 73 00

Rapport / Report

9208

Titel

Brandteknisk Riskvärdering av Infra Business Center

Title

Fire Safety evaluation of Infra Business Center

Av / By

Max Faye-Wevle
Carl Håkansson
Robert Händel
Dan Svensson

Brandingenjörsprogrammet, Lunds Tekniska Högskola, hösten 2003
Department of Fire Safety Engineering, Lund University, autumn 2003

Abstract: This report is a fire safety evaluation of Infra Business Center, Upplands Väsby, Sweden. To collect data and to get a better understanding of the project we visited Infra Business Center in the beginning of our work. The report is based on fire scenarios and computer simulations of evacuation, fire development, and smoke filling. Egress time was simulated with SIMULEX and time to critical conditions was simulated with ARGOS. The conclusions from the fire safety evaluation are that the public safety is good in the building and that critical conditions will highly unlikely occur. Suggestions to improve certain details are presented.

Keywords: Fire safety evaluation, "What if?"- Analysis, smoke filling, evacuation, ARGOS, SIMULEX, Infra Business Center.

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

Förord

Arbetet som föranleder denna rapport är ett delmoment i kursen brandteknisk riskvärdering som ges vid Lunds Tekniska Högskola och ingår som obligatorisk del i en brandingenjörsexamen. Kursen motsvarar 10 högskolepoäng. För att tillgodogöra sig rapportens fulla innehåll krävs viss kunskap i brandskydd och riskhantering.

Under arbetets gång har ett antal personer varit till stor hjälp. Vi vill därför tacka:

- Vår handledare Henrik Johansson vid institutionen för brandteknik i Lund, för hans engagemang och kritiska granskande under vårt löpande arbete.
- Vår handledare Katarina Wadensten, brandingenjör vid Attunda räddningstjänst med placering i Sollentuna, för råd, stöd samt ett ständigt insamlade av värdefull information.
- Driftstekniker Thomas Rönnberg på Infra Business Center, för att vi fick ta del av hans omfattande kunskapsbank och hans vänliga bemötande.

Summary

The content in this report is a fire safety evaluation of Infra Business Center in Upplands Väsby, Sweden. The building has 11 floors and the activities are mostly consistent of offices and administration. There are also hotel floors and conferensrooms. The building was opened to use in summer 2000. The building design, open spaces and activities require high demands of the fire protection and the staffs' safety thinking.

The authors are students at Lund University and the report is a part of the course Fire Safety Evaluation. The main purpose is to evaluate the personal safety. This was done by visiting the object, technically assessments and computer modelling with ARGOS and SIMULEX.

Infra Business Center has a very high fire safety protection with both sprinklers and automatic alarm systems. No serious flaws were discovered within the fire safety systems or the organizational fire safety. Some minor measures to improve are given in the report.

To answer the question if the building is safe, you'll have to evaluate time to critical conditions for the chosen scenarios. This was done with the program ARGOS. The program SIMULEX evaluated the egress time. The timeframe from ARGOS were then compared with the time until evacuation. The result shows it's highly likely that the building exceeds all demands for a safe building.

Sammanfattning

Innehållet i rapporten utgörs av en brandteknisk riskvärdering av Infra Business Center beläget i Upplands Väsby, Sverige. Byggnaden har 11 våningsplan där verksamheten utgörs av kontor- och hotellverksamhet samt mässor och konferanser. Byggnaden invigdes sommaren år 2000. Byggnadskonstruktionen, de öppna planlösningarna samt verksamheterna i byggnaden ställer stora krav på brandskyddet och ett engagemang i säkerhetstänkandet ifrån personalen.

Författarna är studenter vid Lunds Tekniska Högskola och rapporten är en del av kursen VBR-123 Brandteknisk Riskvärdering, 10p. Syftet med rapporten är att utvärdera personsäkerheten i byggnaden. Detta gjordes med hjälp av objektsbesök, ingenjörsmässiga bedömningar och användandet av datormodeller såsom ARGOS och SIMULEX.

Vid objektsbesöket stod det klart att Infra Business Center hade ett mycket gott brandskydd i form av sprinkler samt automatiskt brandlarm. Det uppmärksammades inte några allvarliga brister vare sig i faktiskt brandskydd eller organisatoriskt brandskydd. Några mindre förslag till åtgärder ges i rapporten.

För att få svar på frågan om byggnaden är säker måste man ta reda på tiden tills kritiska förhållanden uppstår i de valda scenarierna. Detta gjordes med programmet ARGOS. Programmet SIMULEX tog reda på tiden för utrymning. Tiderna från ARGOS jämfördes sedan med tiden för utrymning. Resultaten visar att byggnaden med mycket hög sannolikhet uppfyller kraven för en säker byggnad.

Innehållsförteckning

Förord.....	5
Summary	7
Sammanfattning	9
1 Inledning.....	13
1.1 Syfte / mål	13
1.2 Problemställning.....	13
1.3 Avgränsningar	13
1.4 Osäkerheter.....	13
2 Objektsbeskrivning.....	15
2.1 Allmänt.....	15
2.2 Byggnaden.....	15
2.3 Verksamheten.....	15
2.3.1 Verksamhetsbeskrivning, plan för plan.....	15
2.4 Personal / besökare.....	16
2.5 Utbildning / träning av personal.....	16
2.6 Avgränsningar	16
3 Nuvarande brandskydd.....	17
3.1 Allmänt.....	17
3.2 Passiva system.....	17
3.3 Aktiva system.....	17
3.3.1 Sprinkler	17
3.3.2 Brandgasventilation.....	17
3.3.3 Ventilation.....	18
3.3.4 Övrigt	18
3.4 Detektion	18
3.5 Utrymningslarm	18
3.6 Räddningstjänst	19
4 Metod	21
5 Brandscenarion.....	23
5.1 Allmänt.....	23
5.2 Simulering - ARGOS	23
5.2.1 Förutsättningar	23
5.3 Scenario 1 - Brand i mässa	24
5.3.1 Effektutvecklingskurva och brandgaslagrets höjd	24
5.3.2 Resultat.....	25
5.4 Scenario 2 - Brand i mässa med icke fungerande sprinkler	25
5.4.2 Effektutvecklingskurva	26
5.4.3 Resultat.....	26
5.5 Scenario 3 - Brand i hörsal.....	27
5.5.1 Effektutvecklingskurva	27
5.5.2 Resultat.....	28
5.6 Scenario 4 - Brand i kontorsdel på plan 6	28
5.6.1 Diskussion	29
5.7 Scenario 5 - Brand i Utrymningsväg på hotellet, plan 8	29
5.6.1 Diskussion	29
6 Utrymning	31
6.1 Förutsättningar	31
6.2 Utrymningsproblematik	31
6.3 Tidsbenämningar.....	31

6.3.1 Varseblivningstid	31
6.3.2 Besluts- och reaktionstid	31
6.3.3 Förflyttningstid.....	31
6.4 Simulering - SIMULEX	32
6.4.1 Total utrymning.....	32
6.4.1.1 Resultat.....	32
6.4.2 Scenario 1 och 2, Brand i mässa	32
6.4.2.1 Resultat.....	33
6.4.3 Scenario 3 - Brand i hörsal.....	34
6.4.3.1 Resultat.....	34
7 Bedömning av personsäkerheten.....	35
7.1 Tid för utrymning kontra tid till kritiska förhållanden.....	35
7.1.1 Scenario 1 - Brand i mässa.....	35
7.1.2 Scenario 2 - Brand i mässa med icke fungerande sprinkler	35
7.1.3 Scenario 3 - Brand i hörsal.....	36
7.1.4 Scenario 4 - Brand i kontorsdel på plan 6	36
7.1.5 Scenario 5 - Brand i Utrymningsväg på hotellet, plan 8.....	36
8 Förslag till åtgärder	37
8.1 Åtgärder.....	37
8.2 Organisatoriska åtgärder	37
8.3 Övrigt	37
9 Diskussion/Slutsatser	39
10 Referenser.....	41
Bilaga A - Ritningar	43
Bilaga B - Objektets begränsningar på ritningar.....	55
Bilaga C - Möjliga Brandscenarier.....	57
Bilaga D - Scenario 1 - Argos utdata	63
Bilaga E - Känslighetsanalys scenario 1 - Brand i mässa	67
Bilaga F - Argos utdata	69
Bilaga G - Känslighetsanalys scenario 2 - Brand i mässa med icke fungerande sprinkler ..	75
Bilaga H - Argos utdata.....	77
Bilaga I - Känslighetsanalys scenario 3 - Brand i hörsal	81
Bilaga J - Känslighetsanalys, möblering mässa	83

1 Inledning

1.1 Syfte / mål

Syftet med arbetet är att ge studenterna ett kritiskt helhetstänkande och övning i problemlösningsmetodik. Målet med rapporten är att utvärdera personsäkerheten vid brand på Infra Business Center med hjälp av en brandteknisk riskvärdering. Fokus ligger på att utrymma innan kritiska förhållanden uppstår. En brands påverkan på den strukturella integriteten kommer ej att behandlas. Om inte personsäkerheten visar sig vara tillfredsställande kommer åtgärder att föreslås.

1.2 Problemställning

Uppfylls personsäkerhetsmålet? Står den dagliga verksamheten i strid med en eventuell utrymning vid brand? Går det överhuvudtaget att skaffa sig en helhetsbild över ett så komplext objekt? Det tekniska brandskyddet är kompletterat med organisatoriska funktioner, fungerar det i praktiken? Rapportens intention är att utreda och besvara dessa frågor.

1.3 Avgränsningar

Rapporten avhandlar huvudsakligen personsäkerheten med avseende på utrymning. Egendomskydd kommer endast ytligt att beröras. Byggnadens skydd och hållfasthet mot eventuell kollaps berörs ej. De delar av ventilationssystemet som berör brandgasventilation behandlas ytligt, övriga delar kommer inte att tas i beaktande. Ventilationens avgränsningar är på grund av avsaknad av uppgifter.

1.4 Osäkerheter

Indata till modellerna som används bygger till stor del på antaganden, subjektiva bedömningar samt förenklingar av verkligheten. De utdata som modellerna ger bör användas tillsammans med ett kritiskt tänkande och ingenjörsmässiga bedömningar. De modeller som använt är givetvis också förenklingar av verkligheten.

2 Objektsbeskrivning

2.1 Allmänt

Infra Business Center är beläget i Upplands Väsby vid E4:an, mellan Stockholm och Arlanda. Centret är en tillbyggnad/expansion av en redan etablerad verksamhet. Uppförandet startade 1998 och den invigdes 2000.

2.2 Byggnaden

Byggnaden är uppförd med en stomme av betong och en fasad som till stor del består av glas. Den har en öppen planlösning som ger flexibilitet i användandet. Centralt i byggnaden finns ett atrium och en ljusgård. Byggnaden har 11 våningsplan. För mer detaljerad information hänvisas till Bilaga A.

2.3 Verksamheten



Bild 2.1 Översiktsbild

Fastigheten ägs av Vasakronan som driver företagshotell i byggnaden. Företagen består av både nationella och internationella företag vilket återspeglar på hur verksamheten bedrivs.

2.3.1 Verksamhetsbeskrivning, plan för plan

Riningar finns i bilaga A

Plan 0 (bottenplan)

Här finns huvudentrén, en kongressanläggning samt, en stor mässhall, invändig väg för varuleveranser samt lagerytor.

Plan 1

Utgörs till stor del av förråd, lagerytor samt en invändig väg för varuleveranser. En mindre verkstad är belägen i byggnadens bakre del. Där finns även ett fåtal kontor. Övriga ytor utgörs av överdelar till lokaler på plan 0.

Plan 2

Bottenvåning för atriet och ljusgården. Här finns en hörsal, tre större konferenssalar samt ett femtontal mindre salar för kontors och konferensbruk. I byggnadens bakre del finns en större utställningsyta.

Plan 3

Ett tiotal mindre kontor och utbildningslokaler. Övriga ytor utgörs av överdelar till lokaler på plan 2.

Plan 4-5

Öppet kontorslandskap som med tanke på verksamheten är under ständig förändring.

Plan 6

Öppet kontorslandskap som med tanke på verksamheten är under ständig förändring. Det har även ett antal mindre kontorsrum, ett pentry och en butik.

Plan 7

På planet finns ett tiotal samtalsrum, ett pentry och övrig yta är öppet kontorslandskap.

Plan 8-9

Hotellverksamhet, totalt ca 80 rum.

Plan 10

Teknikplan för ventilation, värme och kyla.

2.4 Personal / besökare

Byggnaden är dimensionerad för ca 4700 personer. Vid besökstillfället fanns det ca 1500 personer inhysta i byggnaden, mässan var under uppbyggnad. Personer på plan 0-3 samt 8-9 förväntas ha en dålig lokalkännedom, eftersom de utgörs mestadels av besökare. Personal som befinner sig på plan 4-7 förväntas ha god lokalkännedom då dessa personer dagligen vistas där.

2.5 Utbildning / träning av personal

Ett antal företag på Infra Business Center är Amerikanska. De kräver att gemensamma utrymningsövningar genomförs minst en gång per år. Man har därför från Vasakronan [1] beslutat att alla företag skall ingå i utrymningsövningarna. Totalt har två stycken genomförts sedan byggnaden invigdes. Båda omfattade plan 0-7. Det utrymmande antalet vid båda övningarna uppskattades till ca 400 personer. Vid den senaste övningen tog det ca 10 min att utrymma byggnaden [1]. Tidsuppgift för den första saknas. Vid utrymningsövningarna var personalen informerad om att övning skulle ske och att de skulle bege sig till en förutbestämd plats. Nu har Vasakronan tagit ett beslut att endast personer i ledande ställning skall vara informerade för att göra övningen mer realistisk.

2.6 Avgränsningar

De fysiska avgränsningarna på objektet finns redovisade i bilaga B. De är gjorda för att byggnaden utgörs av en huvuddel och två flyglar. Rapporten behandlar endast den ena flygeln (högra flygeln sett från huvudentrén). På plan 0 är avgränsningen utökad för att kunna använda sig av den gemensamma utrymningsvägen genom hotellets lobby.

3 Nuvarande brandskydd

3.1 Allmänt

Kapitlet beskriver det befintliga brandskyddet, som består av passiva system, aktiva system och organisatoriska funktioner. Det är det aktiva systemet som är det dominerande skyddet. Brandskyddet är i bra skick och väl underhållet.

3.2 Passiva system

Byggnadens passiva skydd utgörs till stor del av brandcellsindelning. Den är utförd i EI-30 vilket är ett avsteg från schablondimensionering, BBR 5:6, men är tillåtet eftersom byggnaden är sprinklad. Det systematiska brandskyddsarbetet har en funktion som tillgodoser att brandcellerna hålls intakta. Det innebär bla att hantverkare informeras om deras ansvar att inte deras arbete får leda till att integriteten försämras. Driftteknikern har till uppgift att kontrollera att deras ansvar upprätthålls.

3.3 Aktiva system

3.3.1 Sprinkler

Det grundläggande skyddet i byggnaden utgörs av ett heltäckande sprinklersystem. De enda områdena som inte är sprinklade är atriet och ljusgården då detta kan leda till försämrade utrymningsförhållanden. De är i stället försedda med brandgasventilation. Sprinklersystemet är i måssdelar utfört enligt SBF 120:5 [2] i riskklass N3 med sprinklerhuvud som har RTI-värde på högst 50 och utlösningstemperatur på högst 68°C. I övriga lokaler är riskklassen N1. Anläggningen matas från det kommunala VA-nätet. Systemet är försett med tryckfallslarm samt backventil för att säkerställa dess funktion. Vid aktivering av sprinklersystemet upprätthålls trycket med hjälp av en eldriven pump. För att säkerställa vattentrycket och flödet finns en dieseldriven pump, som startar efter någon sekund. Den dieseldrivna pumpen fungerar vid strömbortfall. På kontorsplanen är sprinklerhuvudena placerade över undertaket (se bild 3.1), vilket skulle kunna störa spridningsbilden. Omfattande tester utförda av Brandskyddslaget visade att störningen blev obetydlig [1].



Bild 3.1 Galler under sprinklerhuvud

3.3.2 Brandgasventilation

Trapphus 8, 9 och 10 är försedda med mekanisk brandgasventilation. Trapphus 6 har en 1 m² stor röklucka i trapphusets högsta del. Aktivering sker i samtliga fall med hjälp av räddningstjänsten från entréplan.

Mässhallen har mekanisk brangasventilation som består av kanaler och fläktar med en kapacitet på 40 000 m³/h. Den aktiveras av räddningstjänsten.

Atriet och ljusgården har automatisk brangasventilation som aktiveras av optiska linjedetektorer. Atriet har luckor som har en effektiv öppningsarea på 106 m² och ljusgården har 97 m². Atriet är funktionstestat av Brandskyddslaget [1]. Det utfördes med ett oljefat på plan 2 som avgav brandgaser så att aktivering uppnåddes. Resultatet var tillfredställande.

Utanför mässans huvudentré finns en mekanisk brandgasventilation (se bild 3.2) . Höjden från golvet till fläktens underkant är 5m. Uppgift på volymflöde saknas.



Bild 3.2 Mekanisk brandgasventilation

3.3.3 Ventilation

Ventilationssystemet är uppbyggt så att alla lokaler försörjs med tilluft. Tilluften förs sedan vidare ut till atrierna via de öppningar som förekommer mellan angränsande utrymmen och atrierna. Frånluftsutsugen är placerade i toppen på atrierna och vid brand transporteras all luft ut i det fria ovanför taket. Vid normaldrift förekommer återcirkulering. På grund av att man har många överluftsdon blir det svårt att åstadkomma en tryckuppbyggnad i byggnadens lokaler. Brandgaser kommer att sprida sig genom dessa öppningar mellan lokaler istället för att söka sig in i ventilationssystemet som har ett övertryck. Konstruktionslösningen gör brandgaspridning via ventilationssystemet i praktiken omöjlig.

3.3.4 Övrigt

Köket är försett med punktskydd i form av kolsyresprinkler. Den aktiveras manuellt av personalen vid brand.

3.4 Detektion

Hotellplanen är utrustade med värme- och rökdetektorer. I atriet och ljusgården sker detektion med hjälp av optiska linjedetektorer. I övriga lokaler sker detekteringen med hjälp av att sprinkleranläggningen utlösts. I ventilationens frånluftssystem finns rökdetektorer vilka fungerar som ett samplande system. Alla detektionsmöjligheter ger var och en för sig en larmsignal till räddningstjänsten.

3.5 Utrymningslarm

Det finns olika typer av utrymningslarm i olika delar av byggnaden. I mässhallen finns ett talat meddelande som uppmanar till utrymning på både svenska och engelska. Hotelldelens separata utrymningslarm är ett talat meddelande, både på svenska och engelska. För övriga utrymmen finns ett akustiskt larm som avger en kraftig signal. De personer som befinner sig i dessa utrymmen förväntas veta vad larmet betyder och därmed utrymma på eget initiativ.

3.6 Räddningstjänst

Det automatiska brandlarmet är kopplat direkt till räddningstjänsten utan larmlagring. Det är brandkåren i Upplands Väsby som först larmas. Den är en heltidskår och ingår i Räddningstjänstförbundet Attunda. De beräknas ha en insatstid (insatstid = anspänningstid + körtid + angreppstid) på ca 10 min [3]. Vid automatlarm skickas en släckbil och ett höjdfordon till Infra Business Center. Byggnadens omfattning kan leda till att inträngningsvägarna kan bli så långa att livräddningsinsatser endast kan genomföras då ytterligare resurser finns tillgängliga.

4 Metod

Rapporten syfte är att utvärdera personsäkerheten. Det kommer att utredas genom att jämföra tiden för utrymning med tiden till kritiska förhållanden uppnåts. De kritiska förhållandena definieras som då de faktorer som studeras har nått en nivå då utrymning kraftigt försvårats eller omöjliggjorts.

För att få en bild av tänkbara scenarion har en what-if analys genomförts. En what-if analys bygger på att frågan " Vad händer om...?" ställs och besvaras med konsekvenser av ett givet fel/ tillbud. Dessa faktorer har vägts tillsammans i ett graderingsystem som har lägst konsekvens 1 och högsta konsekvens har graderingen 5. Denna analys är gjord för samtliga relevanta rum (se bilaga C). Ur samtliga fall har fem scenarier valts ut för att återspegla inte bara "katastrofer" med mycket låg sannolikhet utan också händelser med högre sannolikhet fast med mindre konsekvenser. De valda scenarierna är därmed baserade på subjektiva bedömningar.

Varje scenario delas upp i två delar. Del ett har till uppgift att bestämma tiden tills kritiska förhållanden har uppnåts. Del två skall bestämma tiden tills att utrymningen är genomförd.

Tiden till kritiska förhållanden (kap 5.1) erhålls genom simulering med tvåzonsmodellen ARGOS [4]. Valet av simuleringsmodell motiveras med att den tar i beaktande om scenariet inte blir en tvåzonsmodell utan istället blir det "omblandade fallet", dvs. enzonsmodell. Modellen har även verktyg för justera effektutvecklingen med avseende på inverkan av sprinkler, vilket är en viktig parameter i våra simuleringar. Effektutvecklingarna baseras på försök, Initial fires [5], som används i scenarierna för att efterlikna det verkliga fallet.

Tiden för utrymning (kap 6) simuleras med SIMULEX [6]. I tiden för utrymning ingår inte bara förflyttningstiden utan även tiden för varseblivnings tid och besluts- och reaktions-tid. Modellen har valts för att handberäkningar på ett så komplext objekt är i princip omöjligt.

I respektive kapitel diskuteras simuleringsprogrammets förutsättningar och begränsningar.

I kapitel 7 sammanförs resultaten från simuleringarna och analyseras för att bedöma om personsäkerheten är säkerställd eller om åtgärder bör vidtas.

5 Brandscenarion

5.1 Allmänt

De valda scenarierna har som tidigare nämnts tagits fram för att ge en bild av risknivån (se Kap 4). De valda scenarierna är baserade på subjektiva bedömningar, därför kommer de att kompletteras med känslighetsanalys. Den utförs så att vissa betydelsefulla parametrar varieras till på gränsen till otänkbara värden, för att se vilken betydelse de har på tidsförloppet tills dess att kritiska förhållanden uppnåtts.

Definitionen för kritiska förhållanden vid utrymning är enligt BBR 5:36 [7], "Vid dimensionering av utrymnings säkerheten får förhållandena i byggnaden inte bli sådana att gränsvärdena för kritiska förhållanden inte överskrids under den tid som behövs för utrymning". De råd som ges är, " Vid värdering av kritiska förhållanden bör siktbarhet, värmestrålning, temperatur, giftiga gaser samt kombinationen av temperatur och giftiga gaser beaktas. Därvid kan följande gränsvärden normalt tillämpas.

Siktbarhet: rökgasnivå lägst $1,6+(0,1*H)m$, där H är rumshöjden.
 Värmestrålning: En kortvarig strålningsintensitet på max 10 kW/m^2 , en maximal strålningsenergi på 60 kJ/m^2 , utöver energin från en strålning på 1 kW/m^2 .
 Temperatur : Högst 80 grader Celsius lufttemperatur."

Rekommendationerna kommer att följas i samtliga scenarion.

5.2 Simulering - ARGOS

ARGOS [4] är en tvåzonsmodell som är utvecklad och framtagen vid Danish Institute Of Fire And Security Technology. Med tvåzonsmodell menas att rummet delas in i två zoner, ett varmt brandgaslager och ett kallt opåverkat underliggande luftlager. Transporten av varm gas samt förbränningsprodukter hanteras matematiskt med teorier ur Enclosure Fire Dynamics [8] och förutsätter att transporten av gaser sker momentant. Programmet klarar av att hantera 5 rum i samma simulering. ARGOS tar hänsyn till om rummets geometri och effektutveckling är sådan att tvåzonsmodellen inte gäller. Programmet övergår då till en enzonsmodell vilket även kallas det väl omblandande fallet. Detta ger den effekten att brandgaslagrets höjd inte sjunker förrän en tvåzonsmodell uppstår. ARGOS bygger på att branden är bränslekontrollerad till dess att övertändning sker. Det tar hänsyn till vilka material som finns i de anslutande ytorna med avseende på värmetransporten och dess inverkan på effektutvecklingen. Den stora anledningen till att valet av ARGOS är dess möjlighet till användandet av sprinkler i simuleringen. Det är en av de parametrar som har störst inverkan på brandförloppet. I ARGOS finns det möjlighet att använda effektkurvor både från verkliga försök och teoretiskt framtagna kurvor. Även egna effektkurvor kan användas. Tvåzonsmodellen och att brandgastransporten sker momentant är förenklingar av verkligheten. Detta innebär att resultaten måste granskas kritiskt innan slutsatser dras.

5.2.1 Förutsättningar

På grund av den varierande verksamheten i byggnaden och ARGOS förenklingar, har inte effektkurvor från försök framtagna från bränder med riktiga möbler använts [5]. Dessa har istället används som vägledning för maxeffekter samt val av standardiserade effektkurvor (alfa t-2 [8]), vilka är baserade på teoretiskt framtagna kurvor på hur snabbt branden tillväxer. Vissa inskränkningar och förenklingar på rummets geometri har gjorts för att ARGOS inte kan hantera komplexa utformningar. Den mest betydande inskränkningen är att taket inte är slätt utan har hinder i form av lampor, ventilationstrummor och balkar som har en negativ inverkan på brangasernas tillväxtvolym. Inskränkningarna förväntas ha liten inverkan på

resultaten. Simuleringstiden är satt till 30 minuter men avbryts av programmet när branden är släckt. För till- och frånluftsöppningar har inte någon känslighetsanalys utförts, på grund av att de valda scenarierna har tillräckligt med luft så att det inte påverkar effektutvecklingen i någon större utsträckning. Brandgasventilationen aktiveras inte i något scenario (konservativt). Då ARGOS är en tvåzonsmodell kommer temperaturen i det kalla underliggande lagret alltid att vara rumstemperatur, så den kritiska temperaturen lämnas därhän. Den dominerande faktorn är brandgaslagrets höjd och kommer att kontrolleras för varje scenario. Även strålningsnivån för varje scenario kommer att kontrolleras.

5.3 Scenario 1 - Brand i mässsa

Mässsan ligger på plan 0-1 (se bilaga A). Branden i mässsan antas uppstå mellan (under) rulltrappan och den stora entrédörren (skjutdörren). Effektutvecklingen har satts att tillväxa med hastigheten *fast* (0,047 kW/s²). Scenariet har följande indata.

Yta (m ²)	Takhöjd (m)	Max längd till brand (m)	Anslutningsmaterial	Öppningar (antal*bredd*höjd)
2900	6	30	Betong	12*1,20*2,10 : 1*5,0*2,40

Tabell 5.1

För att behålla scenariet på en generell nivå kommer det inte att specificeras vad som brinner. Simuleringen är endast byggd på en sannolik effektutveckling. Det kommer att bidra med den negativa effekten att det inte går att kunna utvärdera toxiciteten. Vi har dock gjort det antagandet att så länge brandgaslagret befinner sig ovanför kritisk nivå är detta av ringa betydelse.

5.3.1 Effektutvecklingskurva och brandgaslagrets höjd

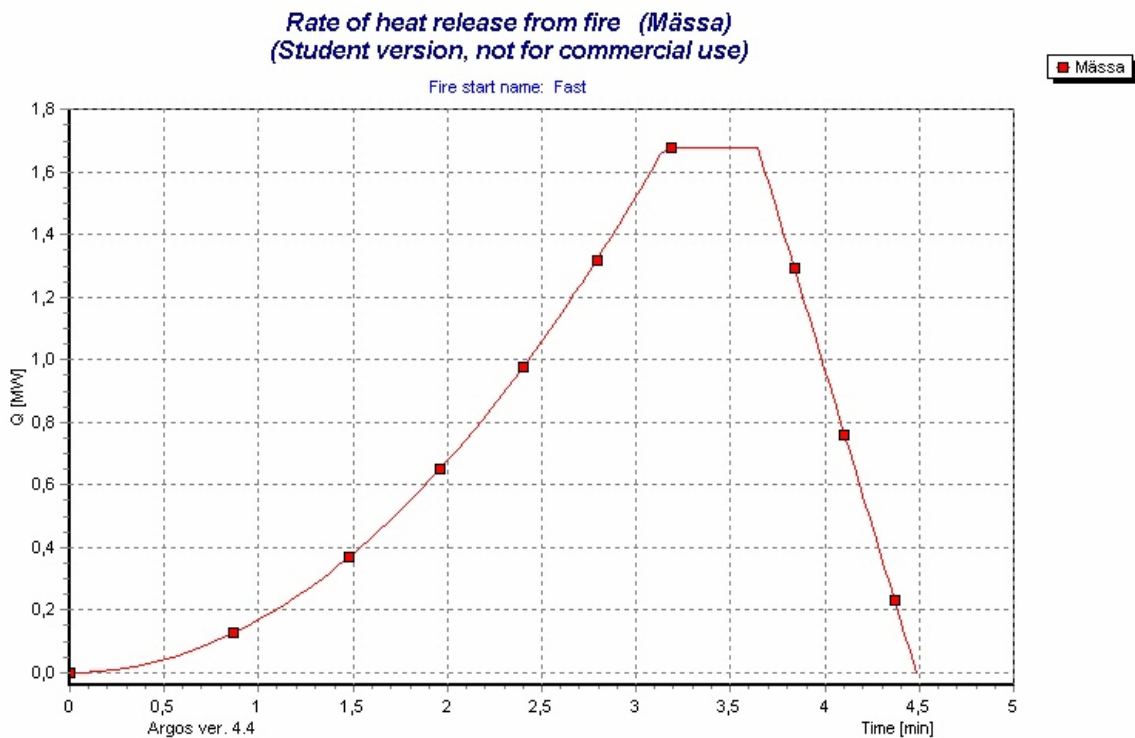


Bild 5.1 Effektutveckling

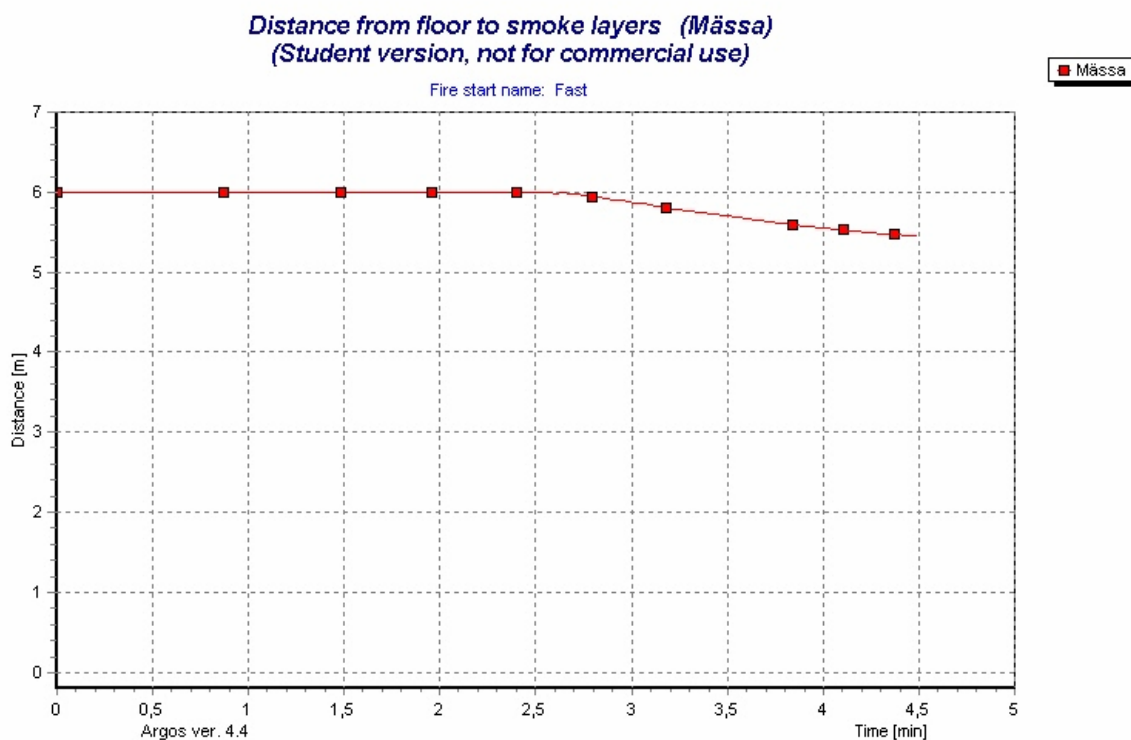


Bild 5.2 Höjd till brandgaslager

5.3.2 Resultat

Kritiska förhållanden för brandgaslagrets höjd är enligt BBR 5:36, i detta fallet $1,6+(0,1*6)=2,2\text{m}$. Simuleringen visar att den nivån inte uppnås. Effektutvecklingen sjunker när sprinklern aktiveras efter drygt 3 min (beräknat, 3 min 8 sek) (se bilaga D). Följande känslighetsanalys (bilaga E) har utförts: Tillväxthastigheten i effektutvecklingen har ökat till *ultrafast* ($0,19\text{ kW/s}^2$) och när sprinklern aktiveras avtar effektutvecklingen inte, utan behåller den på ett konstant nivå. Graferna visar att kritiska förhållanden inte uppnås. Resultatet av simuleringarna visar att strålningsnivån blir långt ifrån det kritiska gränsvärdet.

5.4 Scenario 2 - Brand i mässa med icke fungerande sprinkler

Mässan ligger på plan 0-1 (se bilaga A). Scenariet är baserat på ett tekniskt fel eller felaktigt mänskligt handlande vilket medför att sprinklern ej är i funktion. Branden i mässan är placerad mellan (under) rulltrappan och den stora entrédörren (skjutdörren).

Effektutvecklingen har satts att tillväxa med hastigheten *fast* ($0,047\text{ kW/s}^2$) och maxeffekten till 11 MW (se 5.2.1). Scenariet har följande indata.

Yta (m ²)	Takhöjd (m)	Max längd till brand (m)	Anslutningsmaterial	Öppningar (antal*bredd*höjd)
2900	6	30	Betong	12*1,20*2,10 : 1*5,0*2,40

Tabell 5.2

För att behålla scenariet på en generell nivå kommer det inte att specificeras vad som brinner. Simuleringen är endast byggd på en sannolik effektutveckling. Det kommer att bidra med den negativa effekten att det inte går att kunna utvärdera toxiciteten. Vi har dock gjort det antagandet att så länge brandgaslagret befinner sig ovanför kritisk nivå är detta av ringa betydelse.

5.4.2 Effektutvecklingskurva

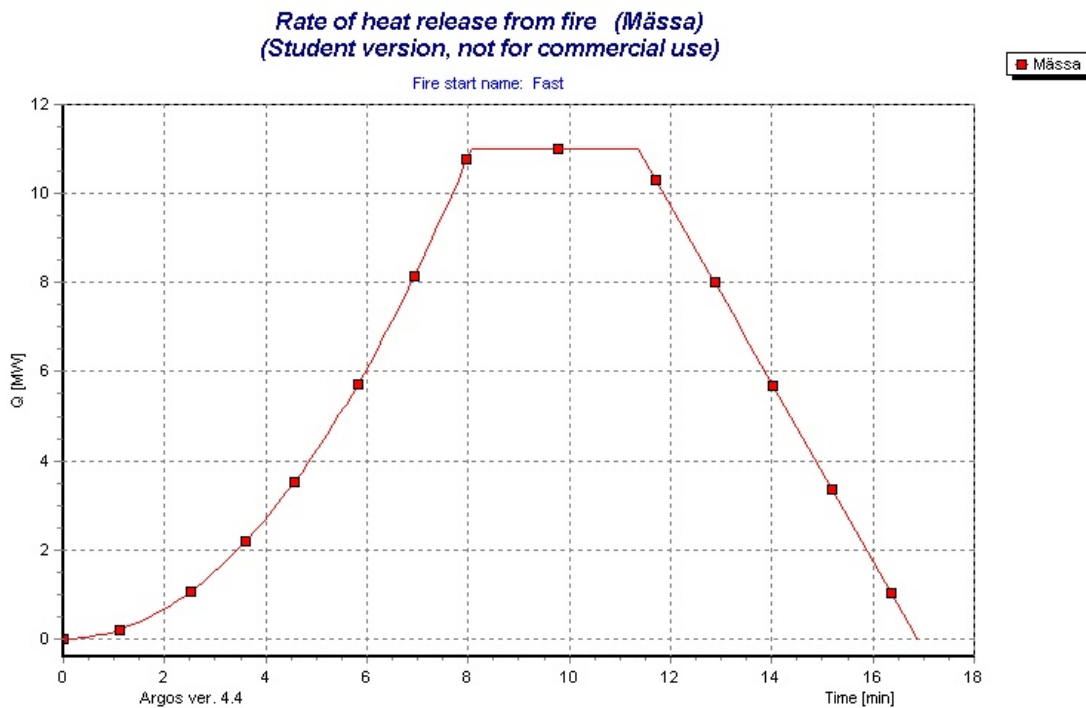


Bild 5.3 Effektutveckling

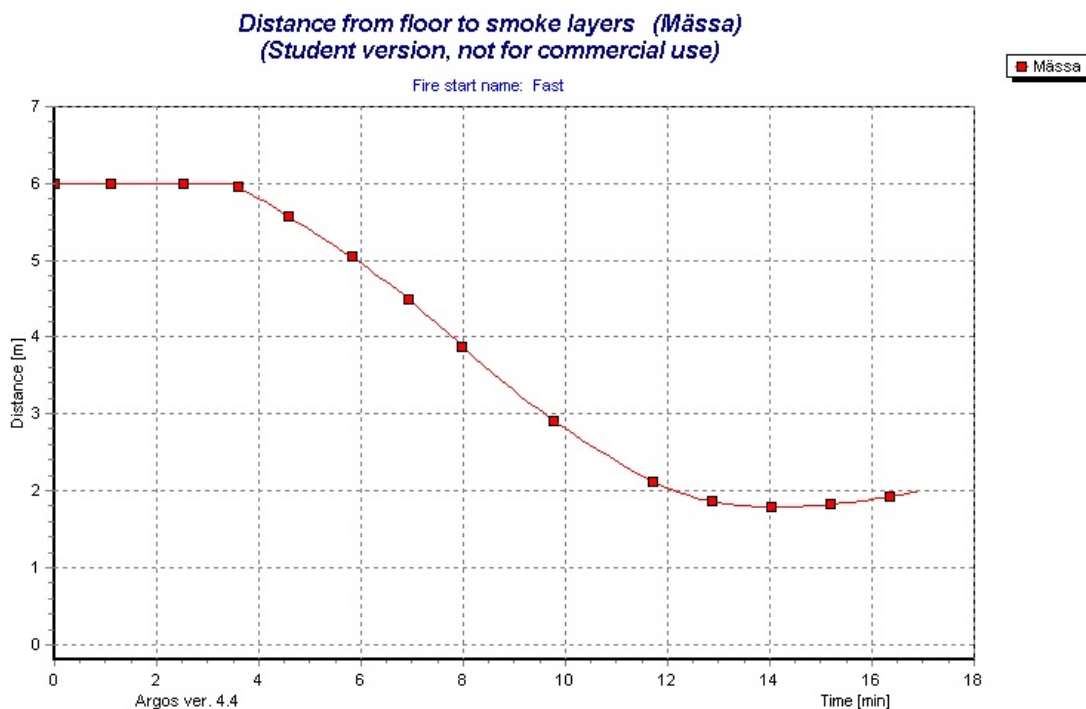


Bild 5.4 Höjd till brandgaslager

5.4.3 Resultat

Kritiska förhållanden för brandgaslagrets höjd är enligt BBR 5:36, i detta fallet $1,6+(0,1*6)=2,2\text{m}$. De uppnås efter drygt 11min (beräknat, 11 min och 15 sek). Den maximala strålningsnivån är $1,12\text{ kW/m}^2$ och den uppnås vid knappa 10½ min (beräknat, 10 min och 29 sek) (se bilaga F). Nivåerna når inte kritiska förhållanden. Följande

känslighetsanalys (bilaga G) har utförts: Tillväxthastigheten i effektutvecklingen har ökat till *ultrafast* ($0,19 \text{ kW/s}^2$) och att effektutvecklingen tillväxer med en *medium* ($0,012 \text{ kW/s}^2$). Vid ultrafast fallet kommer tiden till kritiska förhållanden att uppnås vid knappa 9 min (bräknat 8 min och 55 sek). Vid medium fallet räcker inte effektutvecklingen till för att skapa kritiska förhållanden innan räddningstjänstens ingripande.

5.5 Scenario 3 - Brand i hörsal

Hörsalen ligger på plan 2 (se bilaga A). Branden startar på scenen, eftersom aktiviteten är hög där och att det finns tillräckligt med brännbart material vilket inte finns i övriga delar av lokalen. Branden antas få en effektutvecklingskurva som är *fast* ($0,047 \text{ kW/s}^2$). Scenariet har följande indata.

Yta (m ²)	Takhöjd (m)	Max längd till brand (m)	Anslutningsmaterial	Öppningar (antal*bredd*höjd)
600	6,(2,40)	22	Betong	2*2,10*1,20: 2*2,10*0,9

Tabell 5.3

För att behålla scenariet på en generell nivå kommer det inte att specificeras vad som brinner. Simuleringen är endast byggd på en sannolik effektutveckling. Det kommer att bidra med den negativa effekten att det inte går att kunna utvärdera toxiciteten. Vi har dock gjort det antagandet att så länge brandgaslagret befinner sig ovanför kritisk nivå är detta av ringa betydelse.

5.5.1 Effektutvecklingskurva

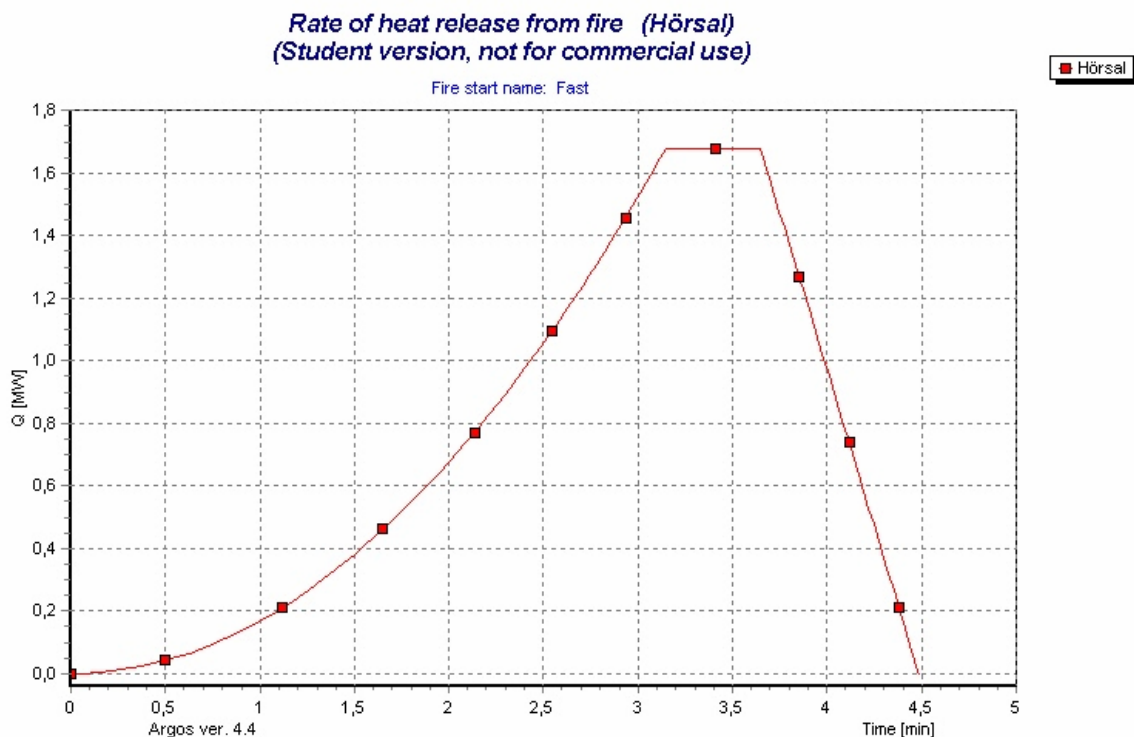


Bild 5.5 Effektutveckling

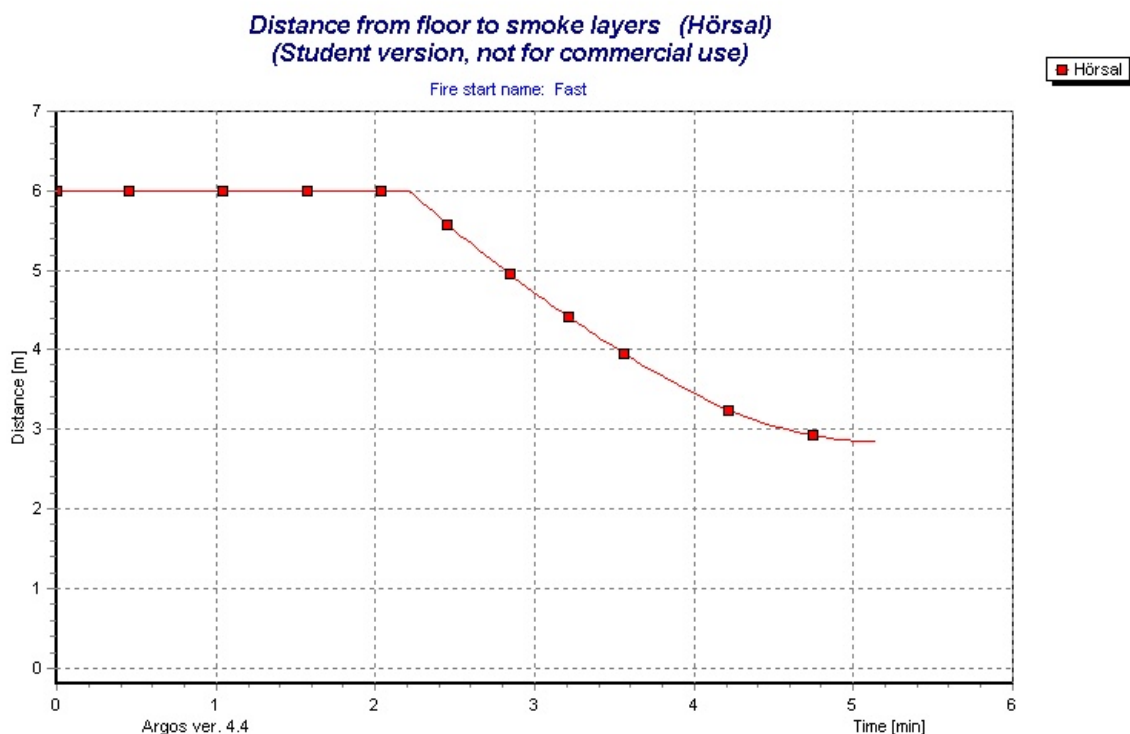


Bild 5.6 Höjd till brandgaslager

5.5.2 Resultat

Kritiska förhållanden för brandgaslagrets höjd är enligt BBR 5:36, i detta fallet $1,6+(0,1*6)=2,2\text{m}$. På läktaren längs bak i hörsalen gäller följande kritiska takhöjd $1,6+(0,1*2,40)=1,84\text{ m}$, sett från läktargolvet. Det är således **läktarens höjd** som är dimensionerande. Höjden från golvet är således 5,44m. Tiden till kritiska förhållanden uppnås efter drygt 2½ min (beräknat, 2 min och 40 sek). Den maximala strålningsnivån är $0,58\text{ kW/m}^2$ och den uppnås vid knappa 4 min (beräknat, 3 min och 59 sek) (se bilaga H). Följande känslighetsanalys har utförts: Tillväxthastigheten i effektutvecklingen har ökat till *ultrafast* ($0,19\text{ kW/s}^2$), effektutvecklingen tillväxer med en *medium* ($0,012\text{ kW/s}^2$) och att effektutvecklingen är samma som grundscenariet men att inte sprinklerna fungerar. Vid *ultrafast* fallet kommer tiden till kritiska förhållanden att uppnås runt 1½ min (beräknat, 1 min och 30 sek). Vid *medium* fallet kommer tiden till kritiska förhållanden att uppnås efter 4 min och 40 sek. Det sista fallet med att sprinklerna inte fungerar resulterar det i att kritiska förhållanden uppnås efter drygt 2½ min (beräknat, 2 min och 40 sek) (se bilaga I).

5.6 Scenario 4 - Brand i kontorsdel på plan 6

Den aktuella kontorsdelen ligger i det nordvästra hörnet (se bilaga A, plan 6 grid B-J & 33-36). Scenariet är valt för att vid eventuell brand i sammanfallande utrymningsväg kan leda till att personal i kontorsdelen ej har möjlighet att utrymma. Kontoret är ca 480 m^2 och har en geometri som gör att vissa delar av rummet inte kan ses från andra. Branden väljs att inte simuleras då detta inte skulle leda till ytterligare förståelse. Det skulle kunna leda till att man enbart tittade på tiden till kritiska förhållanden. Det är istället brandens placering som är av stor vikt.

5.6.1 Diskussion

Anledningen till att scenariet finns med i rapporten är att vid en eventuell brand i den sammanfallande utrymningsvägen kommer med stor sannolikhet leda till att en del personer i brandrummet retirerar till den del av lokalen där utrymning ej är möjlig. En faktor som talar för detta är den mänskliga reaktionen att fly från fara [13]. Det baseras också på att från lokalen syns en spiraltrappa (utrymningsväg från hotellet) utanför fasaden som ger sken av att vara en tillgänglig utrymningsväg. Det finns dock inte åtkomst till denna (ej dörr eller öppningsbart fönster).

5.7 Scenario 5 - Brand i Utrymningsväg på hotellet, plan 8

Branden är placerad på plan 8, hotelldelens understa plan (bilaga A, grid F-G & 33-34). Scenariet bygger på att branden startar i den befintliga soffgruppen som är placerad i korridoren. Den tjänar som utrymningsväg för hotellrummen. Det primära i scenariet är att siktbarheten kommer att vara den viktigaste faktorn för utrymning. Då det inte finns ytterligare brandbelastning som kommer att förstärka effektutveckling kommer detta inte att simuleras. En obscura beräkning har genomförts för att se hur mycket material som behöver brinna upp för att uppnå kritiska förhållanden. Enligt Brandskyddshandboken [9] är gränsvärdet för sikt i utrymningsväg 10 m, det vill säga 1 obscura. Materialet är PUR.

$$\text{Korridorens volym} = 535,2 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ obscura} = 10 \text{ m sikt}$$

$$\text{Vilket ger } \frac{D_{10}}{L}$$

$$D_0 = 3,3 \text{ obm}^3/\text{g enligt tabell i FireDynamics [10]}$$

$$D_0 = \frac{D_{10}}{L} \frac{V}{W}$$

$$3,3 = 1 \cdot \frac{535,2}{W}$$

$$W = 162,18 \text{ g}$$

5.6.1 Diskussion

Den aktuella soffgruppen består av fem fåtöljer med stoppning av PUR och ett bord av metall och trä (se bild 5.7). Fåtöljerna skall vara brandskyddade [1]. De uppgiften har dock inte kunnats verifierats.



Bild 5.7 Soffgrupp

Enligt genomförda obscuraberäkningar visar det sig att det kritiska gränsvärdet nås efter att 163 gram har brunnit upp och spridits homogent i korridorvolymen 535 m^3 . Det är inte troligt att så blir fallet i ett verkligt fall men det är illustrativt för att visa vilka små mängder som behövs. Vid denna nivå har redan rökdetektorerna utlösts.

6 Utrymning

6.1 Förutsättningar

Huvuddelen av lokalerna i Infra Business Center utgörs av kontor, konferens och utställningsmiljö. I de olika lokalerna råder olika utrymningsförutsättningar. Det gäller framför allt lokalkännedom om lokalernas utformning och utrymningsvägarnas placeringar. För personer som befinner sig i konferens- och utställningslokaler är generellt lokalkännedomen sämre. I de lokaler med konferens- och utställnings-verksamhet som är dimensionerade för 150 personer eller mer finns ett talat utrymningslarm. Detta för att uppväga den mindre goda lokalkännedomen. Det talade utrymningslarmet ger en kortare utrymningstid [11]. De årliga utrymningsövningarna minskar utrymningstiden. Vid simulering förutsätts att alla personer skall utrymma.

6.2 Utrymningsproblematik

Byggnadens komplexitet och det stora antalet personer som befinner sig i byggnaden gör det svårt att uppskatta (bestämma inparametrar) vilka personer som kommer att utrymma genom aktuella tillgängliga utrymningsvägar. Faktum är att personer inte tenderar att utrymma det kortaste avståndet utan genom välkända vägar [11]. Vid pågående verksamhet har det visat sig att vissa utrymningsvägar blir blockerade på grund av okunskap och liknande [1]. I simuleringarna har det gjorts känslighetsanalys för att undersöka detta.

6.3 Tidsbenämningar

I utrymningsproblematiken är det alltid tid till utrymning som är avgörande. Den totala utrymningstiden går att dela upp i olika delar. De tre delarna är varseblivningstid, besluts- och reaktionstid samt förflyttningstid [11]. För olika händelser kan de tre tiderna variera kraftigt, både inbördes och tillsammans. Summan av dessa utgör den totala utrymningstiden. Den brukar redovisas i litteratur som en formel (se nedan).

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

6.3.1 Varseblivningstid

Varseblivningstiden utgör tiden från det att branden startar till det att personen i fråga upptäcker branden. Det innebär att personen skall upptäcka rök, flammor eller informeras på annat sätt att det brinner. Informering kan ske genom ringklocka eller talat meddelande. Tiden varierar kraftigt om personen befinner sig i samma rum som branden eller inte. Detektionsystem och informationssystem inverkar också på varseblivningstiden.

6.3.2 Besluts- och reaktionstid

Besluts- och reaktionstiden är all tid som förflyter från det att personen varseblivit branden till det att den börjar förflytta sig. I tiden kan t.ex. spara information på datorn, samla ihop personliga ägodelar, värdera situationen, tolka larminformation och ta beslut om utrymning ingå. Tiden varierar från person till person, det har att göra med utbildning (övning), tidigare erfarenheter och i vilken verksamhet personen befinner sig. Larminformationens utformning påverkar tiden väsentligt [11].

6.3.3 Förflyttningstid

Förflyttningstiden är den tiden från det att personen har börjat förflytta sig tills det att den befinner sig på en säker plats. Vilket kan vara en utrymningsväg eller i det fria. Ålder och

eventuella handikapp är faktorer som starkt inverkar på tiden. Lokalkännedom har också inverkan på förflyttningstiden då personer rör sig snabbare och mer självsäkert i välkända miljöer [11].

6.4 Simulering - SIMULEX

SIMULEX [6] har utvecklats i samarbete mellan Brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola och University of Edinburgh. Programmet är konstruerat för att simulera utrymning vid uppkomst av brand. Teoretiska evakueringstider beräknas genom att simulera utrymningsförlopp för besökare i en byggnad. Programmet tar ingen hänsyn till var branden befinner sig, man får istället stänga igen dörrar för att simulera att vissa vägar är blockerade av branden.

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

Simulering av mänskliga rörelsemönster är baserade på empiriska observationer. Olika typer av personer kan väljas, exempelvis kontorspersonal, barn eller studenter, där gånghastigheten skiljer sig. Även besluts- och reaktionstid måste definieras i indata. Det finns möjlighet att spela upp utrymningsförloppet i realtid vilket medför goda möjligheter till analys.

6.4.1 Total utrymning

Vid dimensionering av utrymning i byggnaden har kriteriet att endast två våningar skall utrymma samtidigt använts [12]. Kriteriet återspeglar inte ett verkligt fall speciellt bra. Därför har en simulering för hela objektet utförts (undantaget hotelldelen). Tiden för utrymningen kommer att jämföras med de utrymningsförsök som gjorts för att få en helhetsbild av utrymningsproblematiken. Dock är skillnaderna mellan utrymningsförsöket och simuleringen stora. För att göra modellen mer konservativ har utrymning genom garaget helt valts bort. Det har gjorts för att vid de övningar som genomförts har man placerat samlingsplatser på framsidan av byggnaden vilket gör att utrymning genom garaget blir onaturlig. Dock har inga dörrar blockerats i simuleringen.

6.4.1.1 Resultat

För personbelastningen i simuleringen används de personantal som byggnaden är dimensionerad för, på respektive våning. Det ger ett totalt personantal på 4551 personer. Tiden till total utrymning simulerades till dryga 16 min. De ca. 2600 personerna som kan befinna sig i mässan, kongressalen samt hörsalen har mycket goda utrymningsmöjligheter som inte begränsar utrymningstiden för resterande personal. Då det finns stora osäkerheter i modellen ses det simulerade värdet endast som ett riktvärde för att fullständig utrymning är möjlig inom rimlig tid. Det kan tilläggas att de övningar som genomförts har gjorts på ca 10 minuter med ca 400 personer och de stora skillnaderna mellan simulering och övning gör att inga slutsatser kan dras av en jämförelse.

6.4.2 Scenario 1 och 2, Brand i mässa

Scenario 1 och 2 gäller utrymning ur mässhallen under en pågående mässa. Scenarierna är likadana ur utrymningssynpunkt. Personantalet antas vara 1800. Inga dörrar är blockerade. Ett antal montrar är utplacerade för att efterlikna ett troligt mässa (se bild nedan och Bilaga J).

Montrarnas utplacering, storlek och form inverkar på utrymningstiden. Vi har även valt att göra en känslighetsanalys. Den fokuseras på blockering av dörr och ogynnsam placering av montrar. Besluts- och reaktionstiden är satt till 1 min och 15 sek [11]. Tiden är jämförd med personer i ett varuhus. De antas vara i en liknade miljö och förväntas reagera likadant.

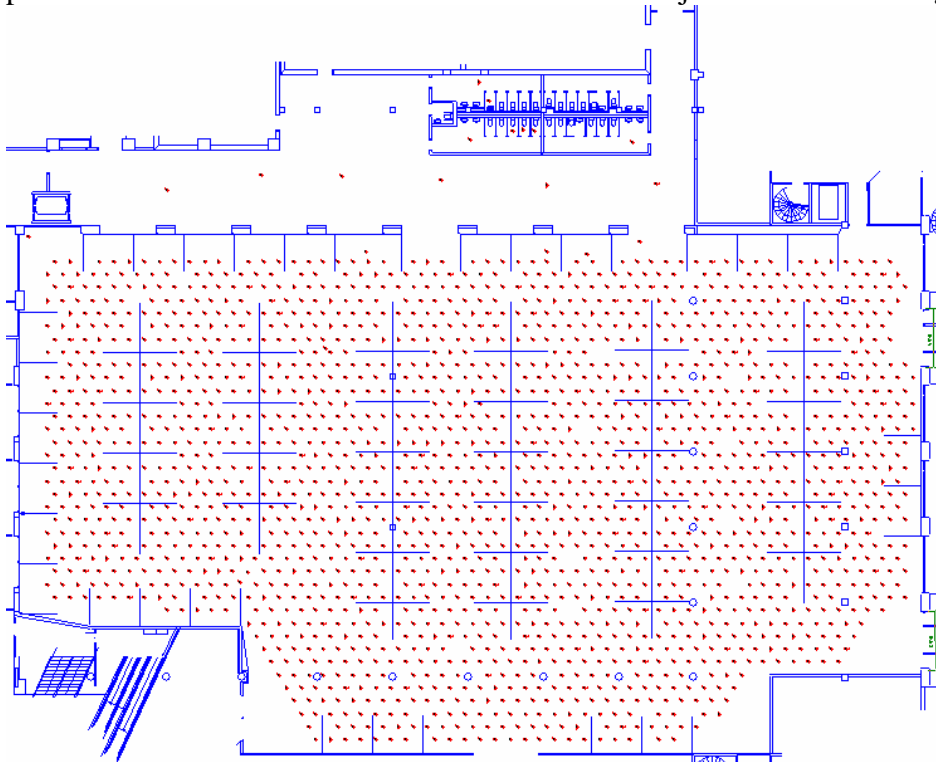


Bild 6.1 Personbelastning, mässhall

6.4.2.1 Resultat

Tiden för utrymningen blir relativt kort för att lokalen är utrustad med ett stort antal utrymningsvägar. Simuleringen förutsätter att alla personer utrymmer. Det är inte troligt att t.ex. utställare med dyrbar utställningsutrustning är motiverade att lämna den. Det leder troligen till att utrymningsförloppet blir mer utdraget.

Scenario 1 & 2	Mässa
Förflyttningstid	3 min & 30 sek
Tid från larm tills att utrymning är genomförd	4 min & 45 sek

Tabell 6.1

Tidsresultat för känslighetsanalys (möblering). Den kortare tiden avser alternativ möblering, den längre tiden originalmöblering med blockering, se bilaga J.

Scenario 1 & 2	Mässa
Förflyttningstid	2 min & 52 sek till 5 min & 10 sek
Tid från larm tills att utrymning är genomförd	4 min & 07 sek till 6 min & 25 sek

Tabell 6.2

Resultatet av känslighetsanalysen visar att tiden för utrymningen varierar ganska mycket. Utrymningstiden är dock relativt kort med tanke på det stora personantalet.

6.4.3 Scenario 3 - Brand i hörsal

Scenario 3 gäller utrymning ur hörsalen (se bild nedan) under ett pågående evenemang. Personantalet är satt till lokalens maximala kapacitet, vilket är 399 personer. I den bakre delen av hörsalen finns en läktare som är belägen ca 3 meter över den ordinarie golvnivån. Branden startar på scenen och därför kan alla tillgängliga utrymningsvägar utnyttjas. Känslighetsanalysen med en utgång blockerad har valts bort. Detta eftersom för att kritiska förhållanden skall uppstå i hörsalen skall tre faktorer inträffa samtidigt. Faktorerna är brand, sprinklern inte fungerar samt att blockering av utrymningsväg (själva branden kan sannolikt inte blockera någon utgång).

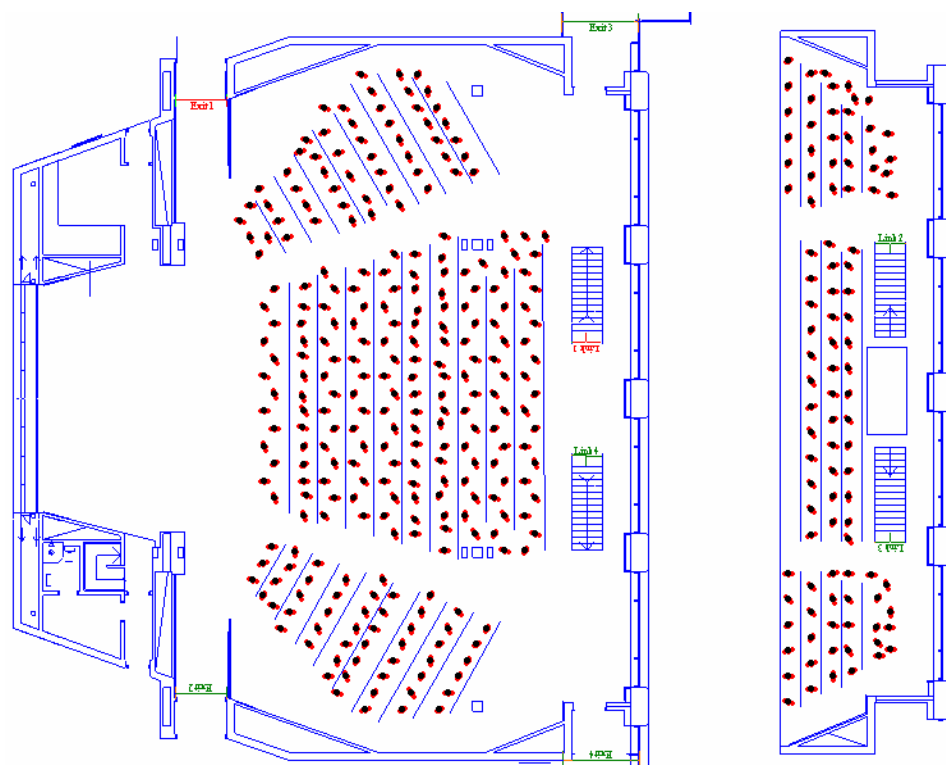


Bild 6.2 Personbelastning, hörsalen (vänster), läktare (höger)

6.4.3.1 Resultat

Vid evenemang är personernas uppmärksamhet riktad mot scenen vilket gör att varseblivningstiden och därmed utrymninstiden blir relativt kort. Resultatet förutsätter att den personal som håller evenemanget är utbildad och är införstådd med sina behjälpande funktioner vid en utrymning (krav från ledningen). Besluts- och reaktionstiden är satt till 25 sek [11]. Tiden är jämförd med personer i en biograf.

Scenario 3	Hörsal	Läktare Hörsal
Förflyttningstid	1 min & 10 sek	46 sek
Tid från larm tills att utrymning är genomförd	1 min & 35 sek	1 min & 11 sek

Tabell 6.3

7 Bedömning av personsäkerheten

7.1 Tid för utrymning kontra tid till kritiska förhållanden

Utvärdering av personsäkerheten görs med grundtesen att utrymningen skall vara genomförd innan kritiska förhållanden uppstår. För de valda scenarierna kommer de simulerade tiderna för brandens upptäckt till kritiska förhållanden uppstått att jämföras med tiden det tar för personerna att utrymma. Till jämförelsen läggs också känslighetsanalyserna för att få en bredare bild av vilka osäkerheter det valda scenariet har. Jämförelserna resulterar i en säkerhetsmarginal. Om säkerhetsmarginalen är positiv betyder det att alla personer hinner att utrymma innan kritiska förhållanden uppstått, om den är negativ betyder det att personsäkerheten inte är tillfredställande. Vid en negativ säkerhetsmarginal kommer förslag till åtgärder i kapitel 9 ges för att förändra tidsförloppet så att en positiv säkerhetsmarginal uppstår.

7.1.1 Scenario 1 - Brand i mässa med fungerande sprinkler

Simuleringar visar att kritiska förhållanden aldrig uppstår. Det innebär att det inte finns någon risk för de personer som befinner sig i byggnaden. Det förutsätter givetvis att de inte är direkt involverade i själva branden, då finns det en uppenbar risk för personskada. Risken för tredje man är alltså liten och personsäkerheten bedöms vara mycket tillfredställande. I den utförda känslighetsanalysen uppstår heller inte kritiska förhållanden och diskuteras därmed inte vidare.

Scenario 1	Mässa Sprinklad
Från larm till kritiska förhållanden (tillgänglig utrymningstid)	Kritiska förhållanden uppstår ej
Tid från larm tills att utrymning är genomförd	4 min & 45 sek
Säkerhetsmarginal	Oändlig

Tabell 7.1

När sprinklern aktiveras kommer det att leda till att brandgaserna blandas om med den opåverkade luften. Det medför att förhållandena för de utrymmande personerna försämras. Sprinklern aktiveras dock så snabbt att den totala utblandade koncentrationen luft-brandgas blir i det närmaste ofarlig.

7.1.2 Scenario 2 - Brand i mässa med icke fungerande sprinkler

Jämförelsen mellan simuleringarna visar att säkerhetsmarginalen är knappa 5 min. Den goda säkerhetsmarginalen visar att det är liten risk för att personerna i lokalen. Känslighetsanalysen visar att vid ett värsta fall minskar säkerhetsmarginalen till dryga 3 min. Det är fortfarande en mycket god säkerhetsmarginal samtidigt som sannolikheten för att scenariot kommer att uppstå är mycket liten.

Scenario 2	Mässa Osprinklad
Från larm till kritiska förhållanden (tillgänglig utrymningstid)	9 min & 24 sek
Tid från larm tills att utrymning är genomförd	4 min & 45 sek
Säkerhetsmarginal	4 min & 39 sek

Tabell 7.2

7.1.3 Scenario 3 - Brand i hörsal

Simuleringarna visar att för personer på bottenplanet i hörsalen uppstår inte kritiska förhållanden men för personer på läktaren är säkerhetsmarginalen endast 13 sek. Den korta tiden blir dock längre i verkligheten (se kap. 5.2), eftersom brandgasspridningen i taket inte sker momentant. Känslighetsanalysen visar att om inte sprinklern fungerar så resulterar det i en säkerhetsmarginal för personerna på bottenplanet 1 min 49 sek. För personerna på läktaren är resultatet oförändrat. De samlade resultaten ger en tillfredsställande personsäkerhet.

Scenario 3	Hörsal	Läktare Hörsal
Från larm till kritiska förhållanden (tillgänglig utrymningstid)	Kritiska förhållanden uppstår ej	1 min & 39 sek
Tid från larm tills att utrymning är genomförd	1 min & 35 sek	1 min & 11 sek
Säkerhetsmarginal	Oändlig	28 sek

Tabell 7.3

7.1.4 Scenario 4 - Brand i kontorsdel på plan 6

Lokalen är relativt liten och används mestadels av personer med god lokalkännedom. Lokalens utrymningsvägar är ogynnsamt placerade, de ligger i närheten av varandra. En eventuell brand i sammanfallande del till utrymningsväg kan leda till att de blockeras och utrymning därmed blir omöjlig. Det kan få ödesdigra konsekvenser för de som vistas i lokalen. Den samlade riskbilden gör att personsäkerheten är på gränsen till tillfredsställande på grund av att konsekvenserna är stora men att sannolikheten för scenariet är låg. För att det aktuella utrymnet skall få samma säkerhet som övriga lokaler bör åtgärder vidtas

7.1.5 Scenario 5 - Brand i Utrymningsväg på hotellet, plan 8

En eventuell brand i soffgruppen visar att det snabbt skulle ge en siktbarhet som underskrider det rekommenderade gränsvärdet. Det visar på att det är olämpligt med stoppade möbler (PUR-skum), eftersom de producerar stora mängder produkter som reducerar sikten. Möblerna är brandskyddade men uppgifterna har inte kunnat verifierats. Brandskyddet gäller själva textilmaterialiet och inte stoppningen. Eftersom soffgruppen står i en utrymningsväg anses detta inte tillfredsställande.

8 Förslag till åtgärder

Förslagen som ges är tänkbara lösningar på de problem som uppmärksammats. Det kan därmed finnas flera tänkbara lösningar på problemen. Kapitlet delas upp i åtgärder och organisatoriska åtgärder. Det första behandlar fysiska åtgärder som ditsättning av dörrar, förändring av lokalers utformning och/eller möblering. De organisatoriska åtgärderna behandlar arbetsätt och rutiner för verksamhet som är under ständig förändring och som inte kan skyddas ned konventionellt brandskydd.

8.1 Åtgärder

För att uppnå en tillfredställande utrymnings säkerhet i kontorslokalerna på plan 6 och 7 (grid B-J & 33-36, se Bilaga A) föreslås att en ny utrymningsdörr placeras i väggen (grid F-G & 36-37) på respektive plan. Åtgärden genomförs för att reducera lokalens svaga punkt, som är den sammanfallande gångvägen till utrymningsvägen (se kap 5.6)

För att minimera risken för blockering av utrymningsdörrar i mässa föreslås det att en tydlig uppmärkning av blockeringsförbud genomförs. Det gäller de dörrar där in- och utlastning av material sker. Uppmärkningen görs lämpligen av ett målat spärrfält på golvet som kompletteras med väggskyltar på lämpliga avstånd.

De två soffgrupper som finns i hotelldelens korridor på plan 8 och plan 9 bör bytas ut till ostoppade möbler (se Kap 5.7). Åtgärden bör genomföras nästa gång då möblerna skall bytas ut. Åtgärden föreslås även fast soffgruppen är brandskyddad, eftersom den är placerad i en utrymningsväg, vilket anses olämpligt.

8.2 Organisatoriska åtgärder

Rutinerna för hur brandskyddet upprätthålls i mässan bör ses över. När mässor anordnas skapas nya förhållanden varje gång. De nya förhållandena gör att brandskydd och utrymningsförhållanden måste anpassas till dessa. Vid besöket 030918 observerades brister i möjligheten att utrymma säkert. De allvarligaste bristerna var material i utrymningsvägar och bristfällig tillfällig utrymnings skyltning. För att förhindra att liknande brister uppkommer föreslås att ett styrdokument upprättas mellan Brandkåren Attunda och den personal som är ansvarig för säkerheten på mässan. Det är också viktigt att påpeka, för den ansvariga personalen, vikten i att styrdokumentet följs och om vilka konsekvenser ett avsteg från den kan innebära.

Styrdokumentet bör innehålla: namn och telefonnummer till ansvarig personal, checklista för aktivt brandskydd t.ex. handbrandsläckare, när och vem som gått "brandsynen" med Brandkåren, checklista för att eventuella brister blir åtgärdade innan mässa startar, att förpackningsmaterial och sopor är på sina anvisade platser för att inte skapa en onödig brandbelastning.

8.3 Övrigt

Det finns ytterligare ett antal punkter till åtgärder som har uppkommit. De är dock av en sådan natur att de bedöms ligga under det systematiska brandskyddsarbetet. Några av dessa punkter har även tagits upp i det senaste brandsyneprotokollet som utfördes av Brandkåren Attunda 01113 och 030304. Det gäller t.ex. skyltning till utrymningsväg och placering för anslutning av brandslang till stigarledning. Även lagring av material i utrymningsväg har upptäckts men det antas också hanteras av det systematiska brandskyddsarbetet. Dessa brister antas vara åtgärdade.

9 Diskussion/Slutsatser

Syftet med rapporten är att utreda om personsäkerheten på Infra Business Center är tillfredställande. Rapportens slutsats pekar entydigt på att personsäkerheten vid brand är mycket god. Rapporten har dock identifierat ett antal problem som bör åtgärdas för att skapa samma höga säkerhetsnivå i alla lokaler. Den pekar också på nyckelfunktioner där ett förändrat arbetssätt kan leda till en försämring av personskyddet.

De utförda simuleringarna tillsammans med känslighetsanalyserna visar att även vid en mycket allvarlig brand kommer personer i byggnaden med stor sannolikhet lyckas utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

Den brandtekniska riskvärderingen är baserad på användandet av modeller och ingenjörsmässiga bedömningar. De är delvis baserade på subjektiva bedömningar som ger osäkerheter. Modellerna är en förenklad bild av verkligheten och därför krävs det alltid ett kritiskt granskande av resultaten. Rapporten har genomgående författats med detta i åtanke.

Säkerhetsarbetet vid mässor ligger i dagsläget hos hotellpersonalen som inte har samma erfarenhet och tankesätt när det gäller brandskydd som driftsteknikerna. Om det vore praktiskt möjligt att överföra dessa arbetsuppgifter till driftsteknikerna skulle det kunna leda till en ökad säkerhetsnivå.

Den bild av Vasakronans brandskyddsarbete, som har framkommit ur den brandtekniska riskvärderingen, visar och speglar ett företag med höga säkerhetsambitioner. Säkerhetsarbetet bygger till stor del på personalens kompetens och engagemang. Detta gäller speciellt driftsteknikerna. Det är därför viktigt att dokumentera och utveckla deras kompetens. I det nuvarande läget anses det vara väl uppfyllt men i det långa perspektivet är det viktigt att ha detta i åtanke, då problem kan uppstå vid en stor ökning av personalomsättningen.

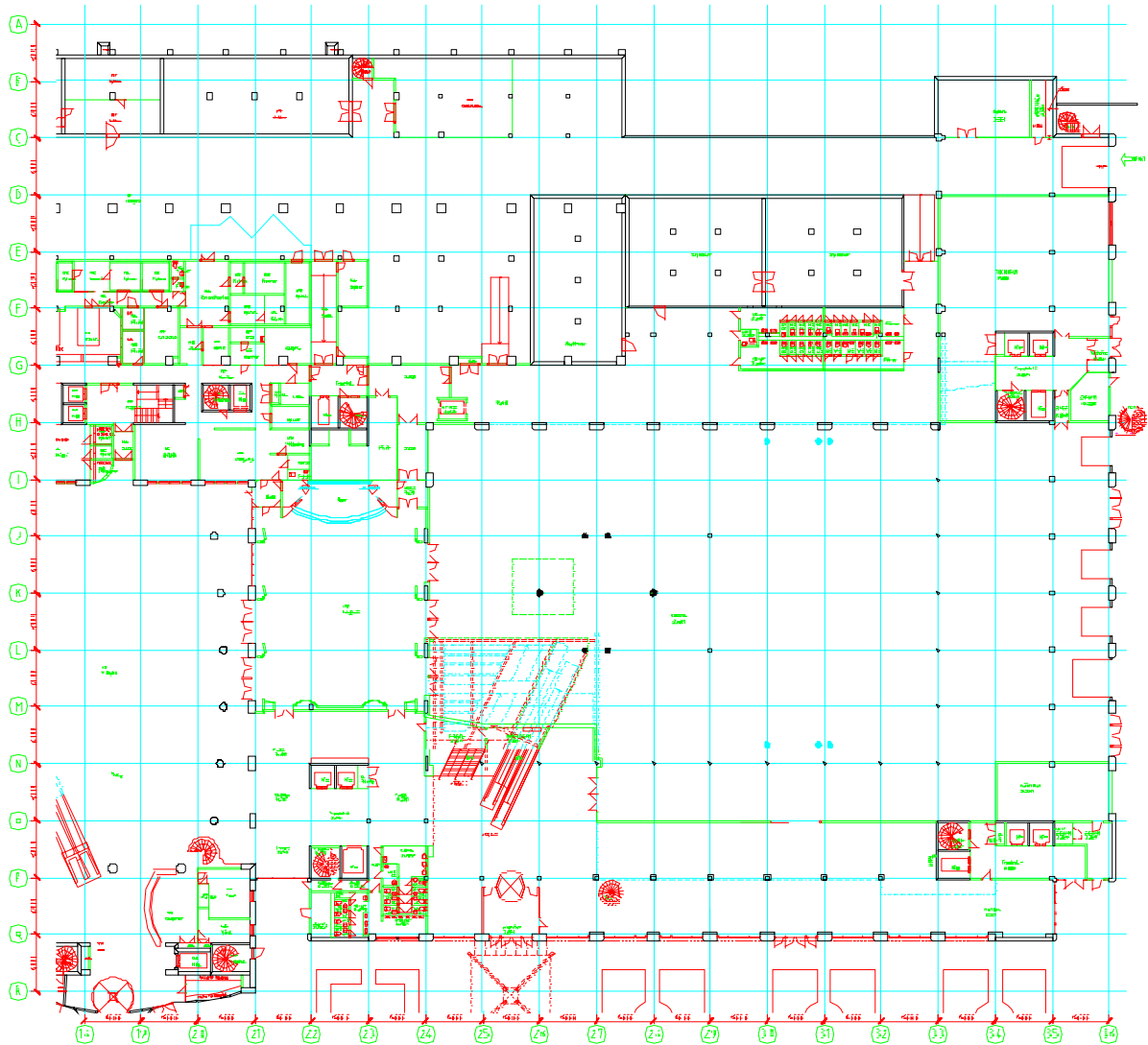
Slutligen bör det påpekas att de problem som uppmärksammats endast är små detaljer i ett mycket gott brandskydd.

10 Referenser

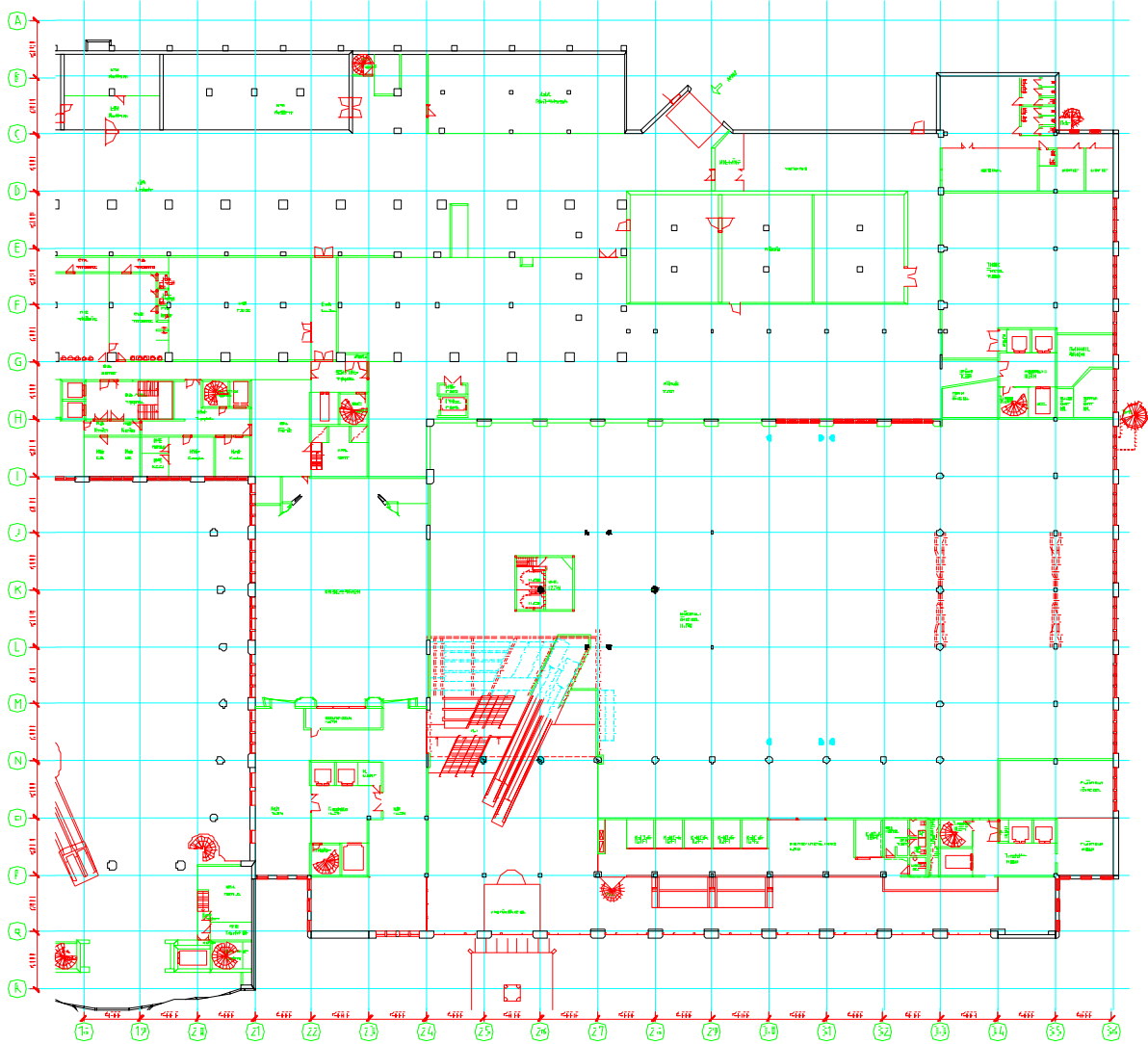
- [1] Thomas Rönnerberg, Driftstekniker, Vasakronan Infra City, 2003-09-18.
- [2] Svenska brandförsvärsföreningen, **Regler för automatisk vattensprinkleranläggning**, SBF 120:4, Svenska brandförsvärsföreningen 2000
- [3] Katarina Wadensten, Brandingenjör, Brandkåren Attunda, 2003-09-18.
- [4] **ARGOS** ver 4.4.10.141, Danish Institute of Fire and Security Technology (DIFT), <http://www.dift.dk>.
- [5] Särdaqvist, Stefan, **Initial fires, rapport 3070**, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 1993
- [6] IES, **Simulex**, <http://www.ies4d.com>, IES 2002, 2003-10-15
- [7] Klippberg Anders, Fallqvist Kjell, **Brandskydd i boverkets byggregler (BBR)**, Svenska Brandförsvärsföreningen (SBF) 1999
- [8] Karlsson Björn, Quintiere G James, **Enclosure Fire Dynamics**, 2000, ISBN 0-8493-1300-7
- [9] **Brandskyddshandboken**, rapport 3117, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2002
- [10] Drysale, Dougal. **An introduction to fire dynamics**, 2nd Edition, ISBN 0-471-97291-6, Johan Wiley & Sons, 2000
- [11] Frantzich, Håkan, **Tid för utrymning vid brand**, P21-365/01 Räddningsverket, Karlstad, 2001
- [12] Bengtsson Staffan, Brandskyddsdocumentation, Brandskyddslaget 2003-05-15
- [13] Dyregrov Atle, **Katastrofpsykologi**, ISBN 9144022441, 2002

Bilaga A - Ritningar

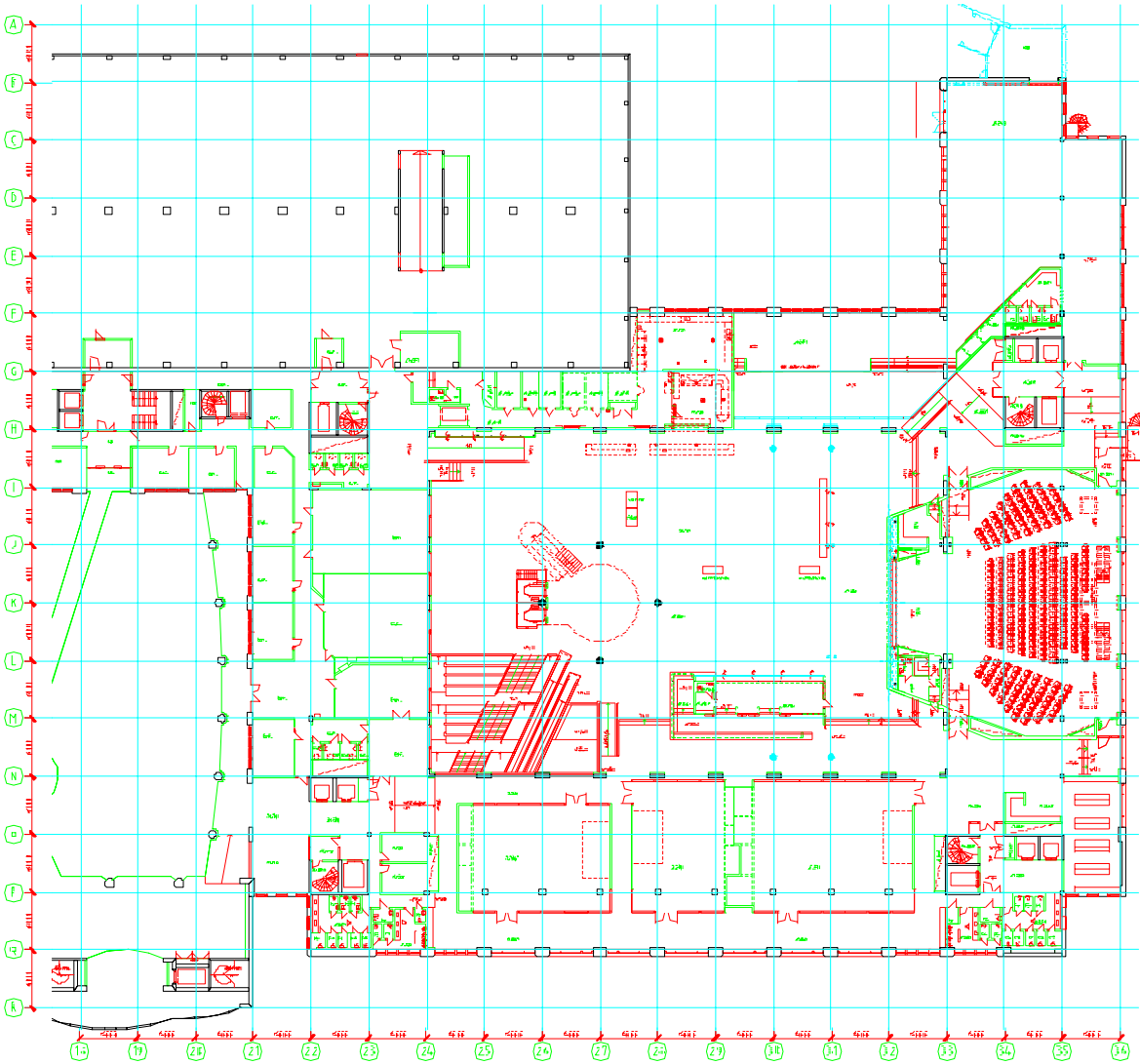
Brandskyddsritningar AIH +378:100--110 och daterade 2001-09-13, upprättade av Tengbom Arkitektur AB i Stockholm. En ruta är 6 x 6 m.



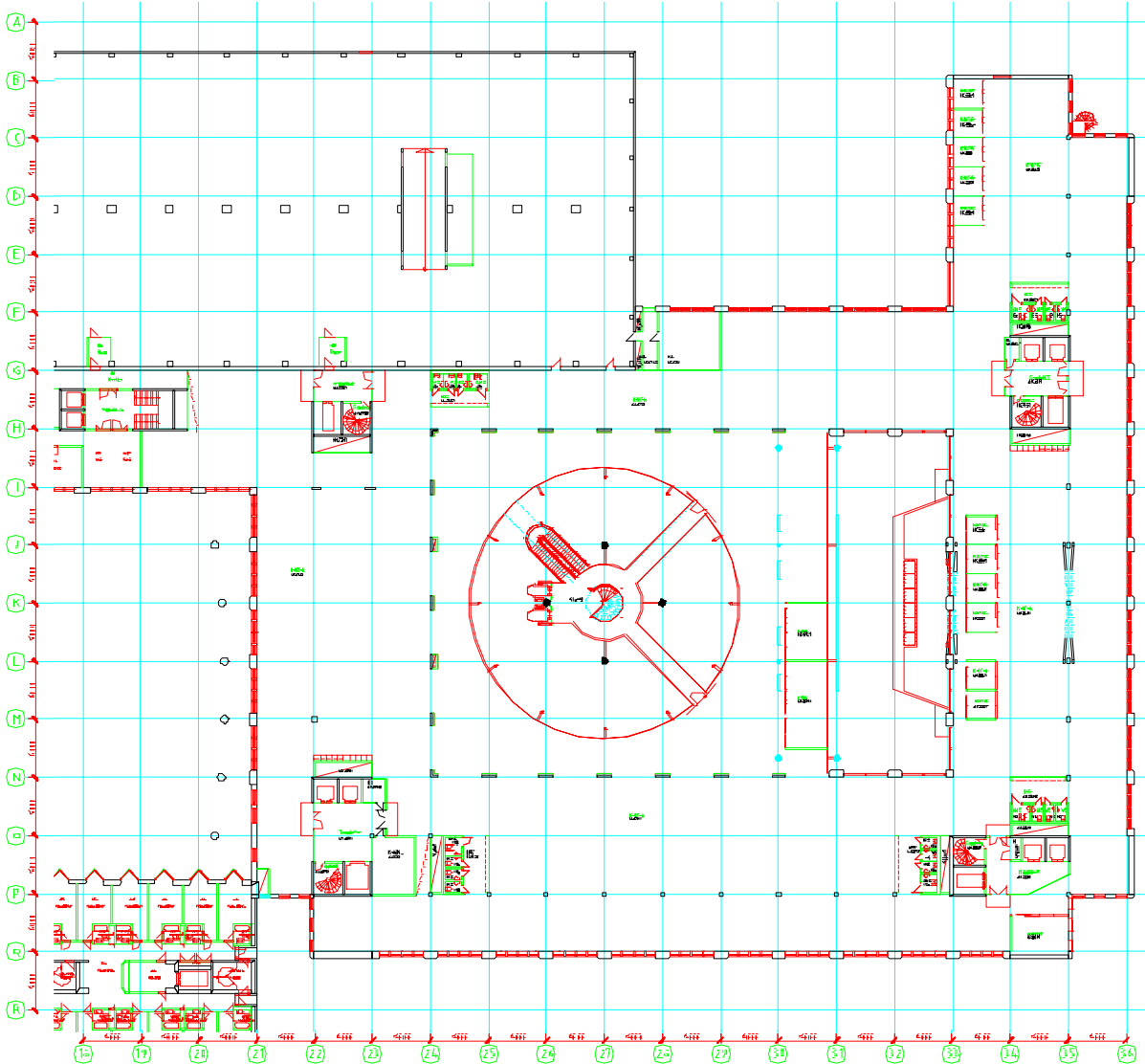
plan 0



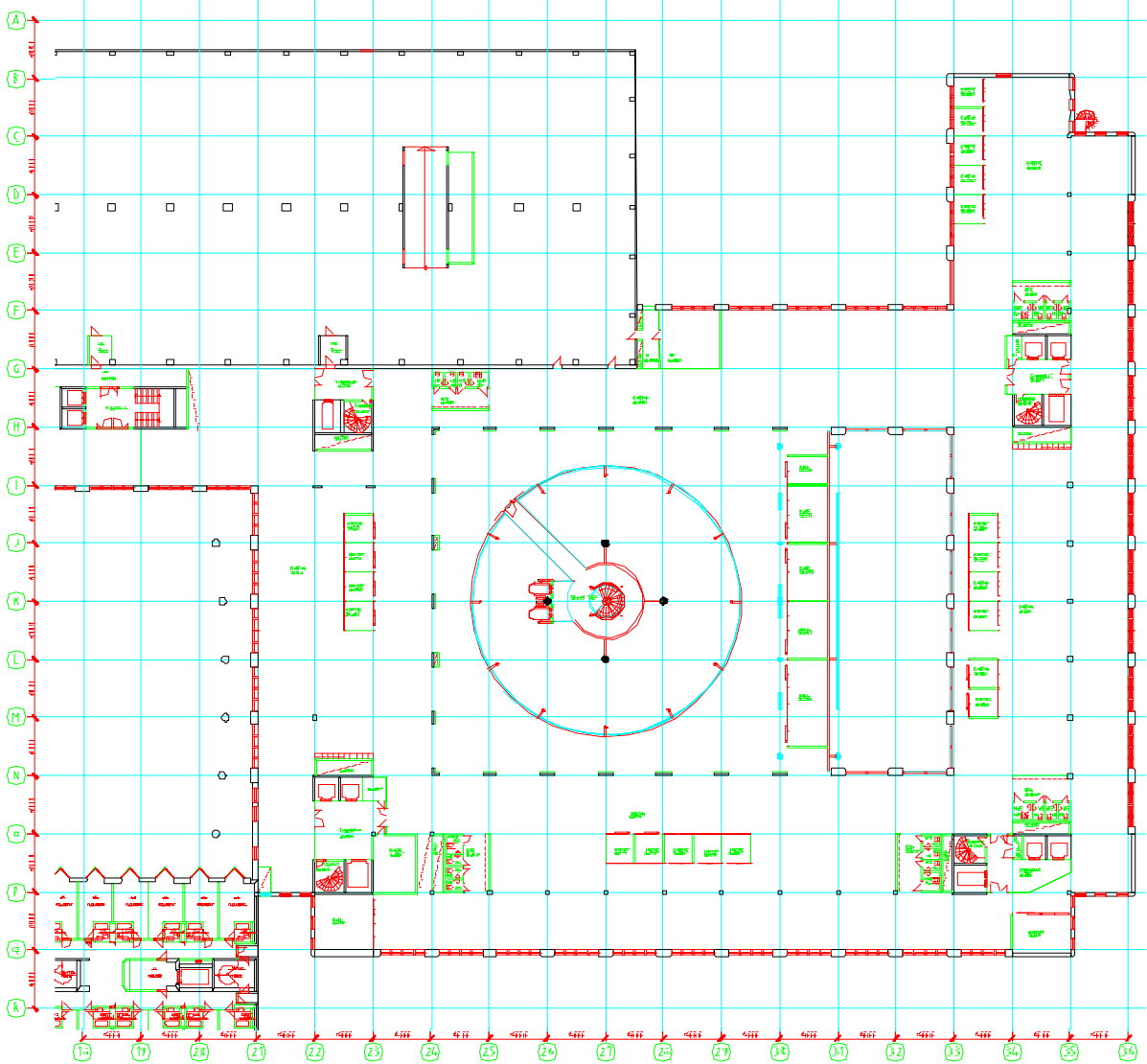
plan 1



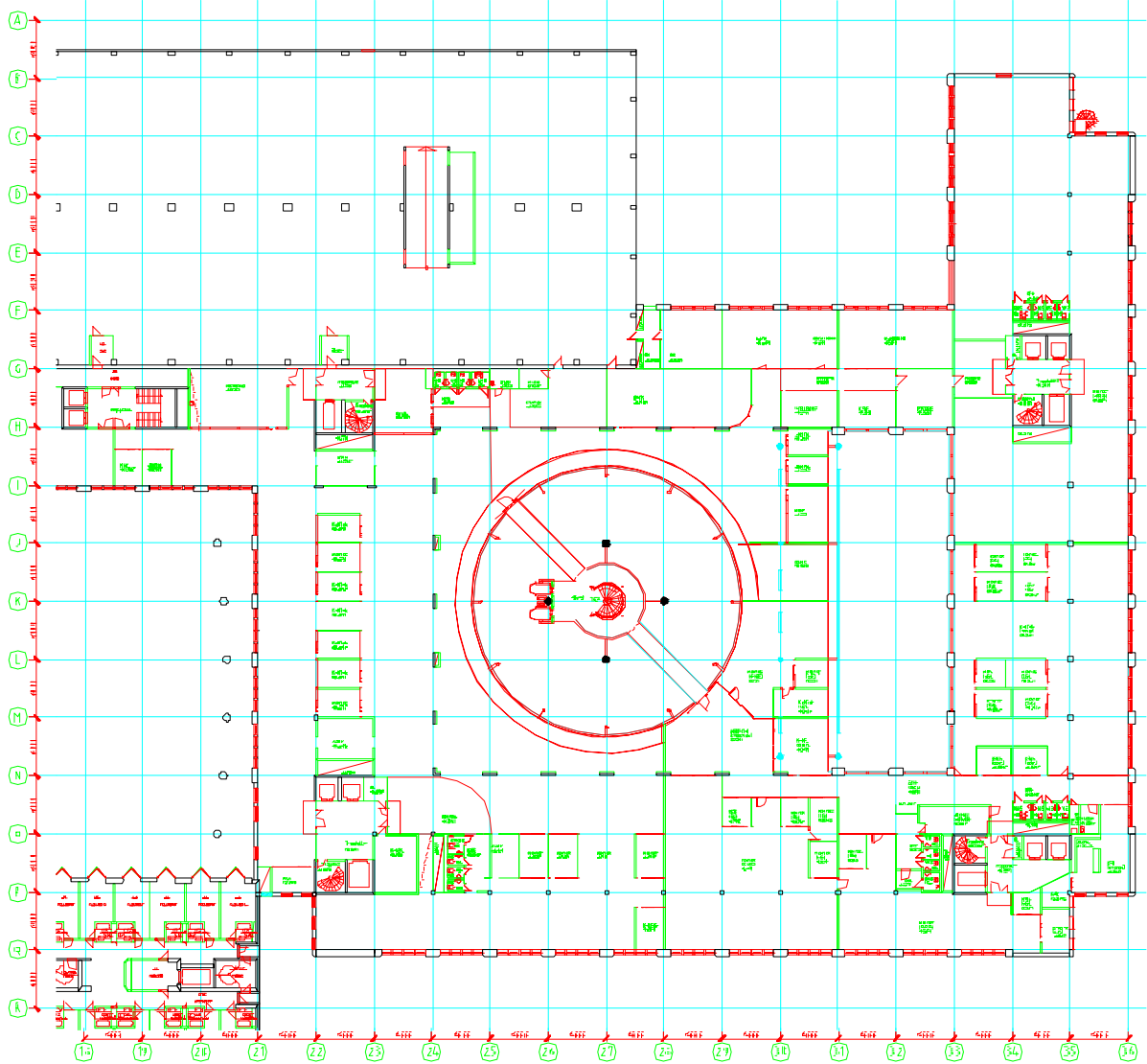
plan 2



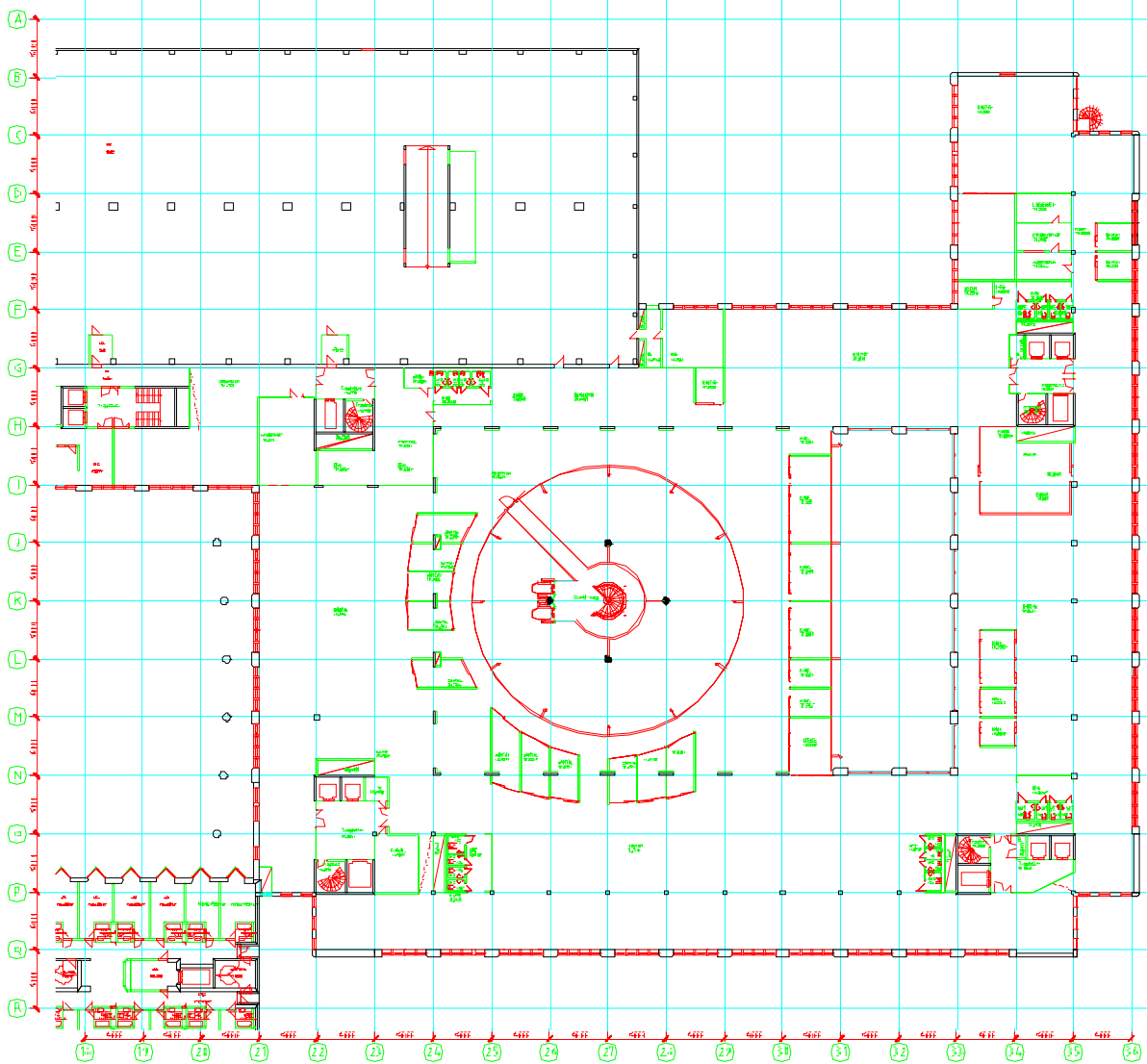
plan 4



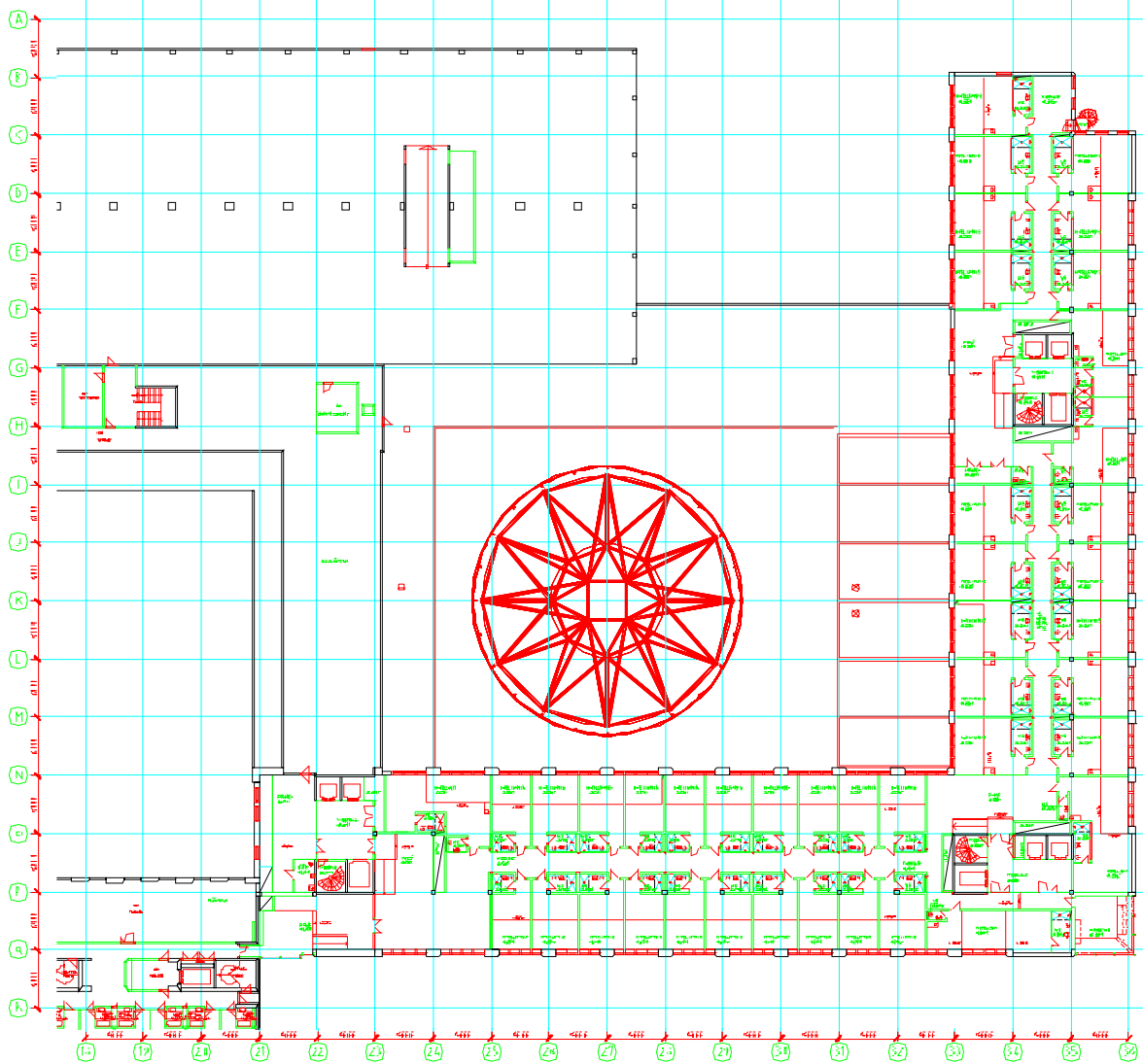
plan 5



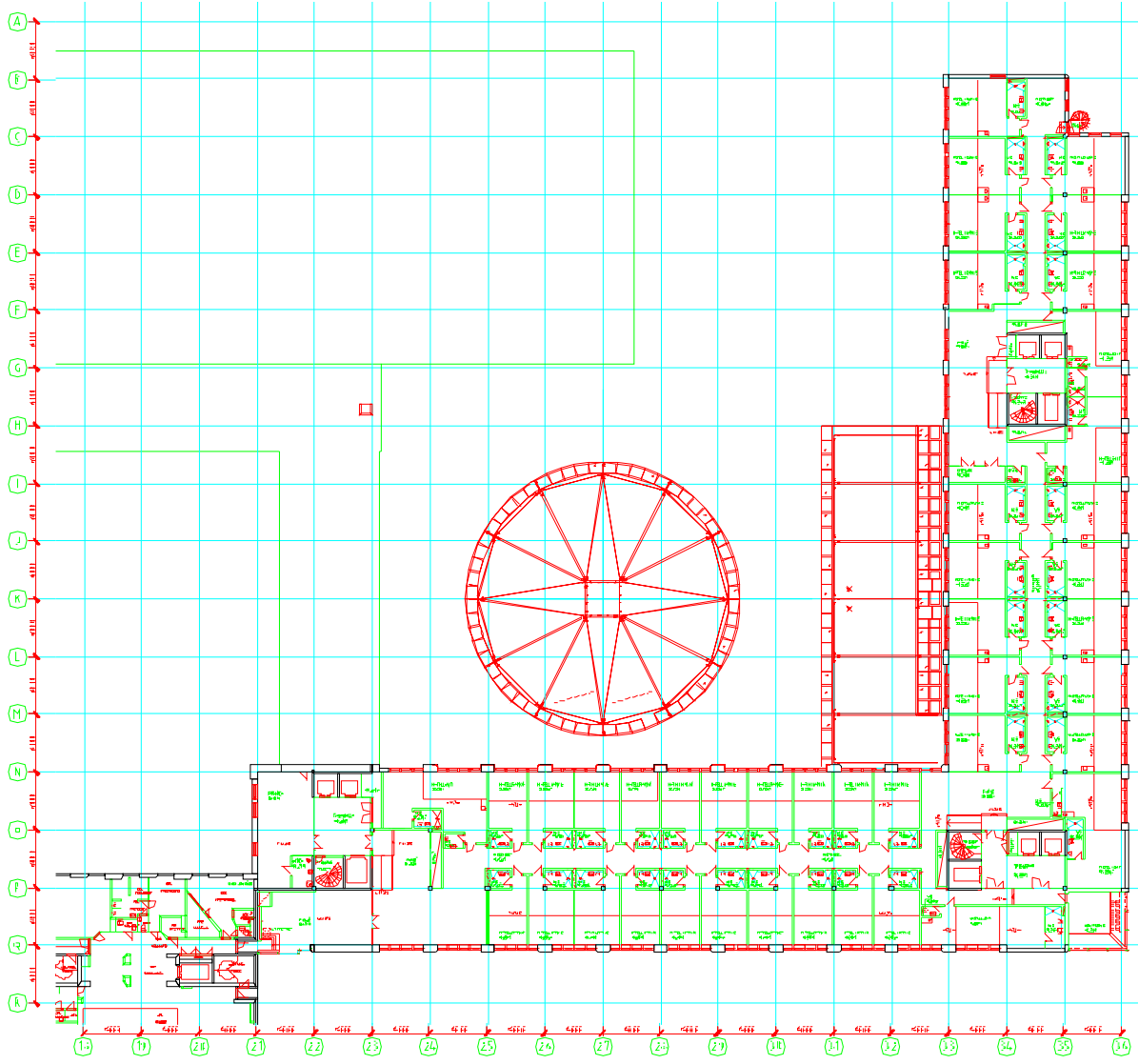
plan 6



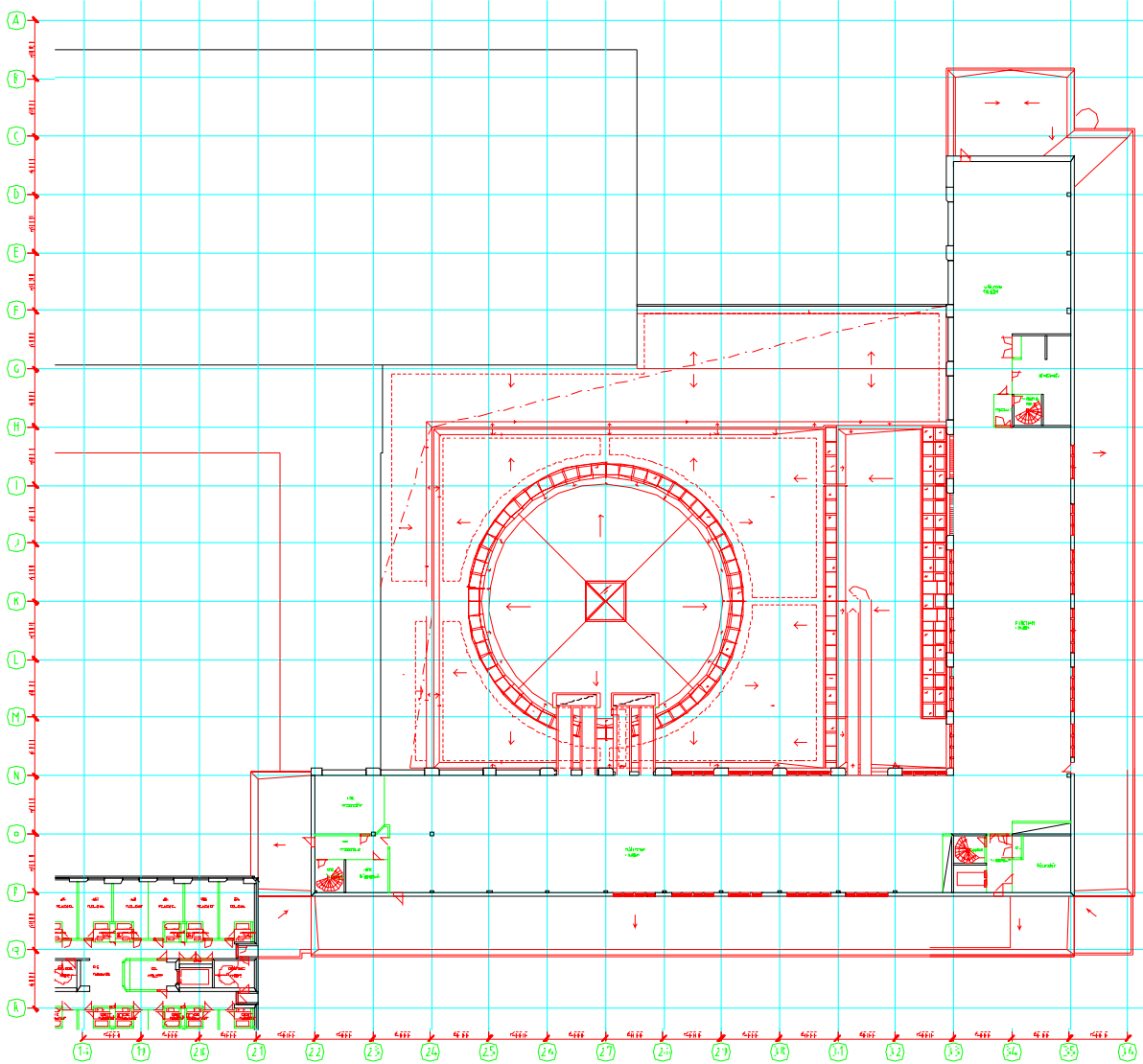
plan 7



plan 8



plan 9



plan 10

Bilaga B - Objektets begränsningar på ritningar.

Brandskyddsritningar AIH +378:100--110 och daterade 2001-09-13, upprättade av Tengbom Arkitektur AB i Stockholm.

Plan 0:	Del I: 18-36, R-I Del II: 21-36, I-B
Plan 1:	21-36, (A) B-R
Plan 2:	21-36, (A) B-R
Plan 3:	21-36, (A) B-R
Plan 4:	21-36, (A) B-R
Plan 5:	21-36, (A) B-R
Plan 6:	21-36, (A) B-R
Plan 7:	21-36, (A) B-R
Plan 8:	21-36, A-R
Plan 9:	21-36, A-R

Bilaga C - Möjliga Brandscenarier

Gradering från 1-5 där 5 är den högsta risken.

Plan 0:

B-22: Skyddsrum: 1

Troligen tomt, ingen brandbelastning

B-24: Kylrum: 1

Sprinklat, inget brännbart

C-34: Soprum: 2

Ingen tillgänglig uppgift. Om soprummet är fullt så har en brand med gasproduktion liten spridning till utrymmen med persona.

CD-18-36: Lastgata: 3

Troligt scenario är att en lastbil fattar eld. Den kommer förmodligen att vara täckt och inte direkt släckas av sprinklern. Omfattande gasproduktion men liten risk personal exponering om alla dörrar är korrekt stängda.

F-24: Lastyta/sopstation: 4

Slutna sopkomprimatorer. Vid eventuell brand har sprinkler svårt att komma åt. Innehåller även sopor som skall sorteras. Dessa förvaras i plastkärl, med volym på ca 80l per styck. Värderas högre på grund av närhet till personal.

E-27, E-29, E-31: Skyddsrum: 4

De används delvis till förvaring av utrustning för mässor, tex. Skärmar, bord, stolar. Materialets lösa lagring kan snabbt ge upphov till avsevärda mängder brandgaser.

E-34: Teknikrum: 2

Låg brandbelastning.

F-23: Soprum: 2

Soptunnor i plast. Låg brandbelastning.

I-23: Förråd: 3

Lagring av bord och stolar. Nära folkmassor men väl avskiljt. Höjt till 3 pga. spridningsrisk till kongresshall.

K-23: Kongresshall: 3

Dimensionerad för 350 personer. Runda bord med tillhörande stolar ger en medelstor brandbelastning. Dock är det inte ovanligt med spektakulära evenemang som innehåller fyrverkeri. Stora folkmassor. Tätare sprinklat än övriga byggnaden.

K-30: Stora Mässhallen: 5

Stor brandbelastning och stora folkmassor. Lokalen är försedd med brandgasventilation som startas av räddningstjänsten. Vid mässa kan tillfälliga byggnadskonstruktioner göra att sprinklern inte får direkt åtkomst till branden.

N-22: Foaje till kongresshall: 3

Evetuellt möblemanng av fåtöljer. Relativ låg brandbelastning men stor spridningrisk.

O-35: Fläktrum: 1

Låg brandbelastning.

P-26: Huvudentré: 2

Normalt mycket låg brandbelastning. Ev. visning av produkter.

P-31: Anslutningsyta till mässhall: 1

Ingen brandbelastning.

Plan 1:

B-22: Skyddsrum:

Troligen tomt, ingen brandbelastning.

B-26: Teknikrum/undercentral: 1

Liten brandbelastning, långt från personal

D-23: Lastgata: 2

Troligt scenario är att en lätt lastbil fattar eld. Den kommer förmodligen att vara täckt och inte direkt släckas av sprinklern. Viss risk för att lagrad volym ökar och därmed bidrar till en ökad brandbelastning.

D-31: Varuintag: -

Detta utrymme behandlas tillsammans med den angränsande lagerytan.

D-34: Personal: 2

Låg brandbelastning men hög aktivitet vilket leder till ökad risk.

F-21: Förråd/verkstad: 2

Medelstor brandbelastning, eventuellt små mängder brandfarligt material.

F-26: Lager inklusive de tre små utrymmena: 3

Omfattande lager.

N-22: Teknikrum/förråd: 2

Låg brandbelastning, endast för intern personal.

O-30: 6 Kontor/utställning: 2

Låg brandbelastning och liten persongenomströmning.

P-36: Fläktrum: 1

Mycket låg brandbelastning, endast service personal.

Plan 2:

Parkeringshuset

Hela parkeringshuset kommer att behandlas separat, sist i denna del.

C-34: Galleri (i det ingår ytan F-31): 2

Konstverk av varierande storlek. De anses dock ge en liten total brandbelastning.

G-29: Kök med biutrymmen: 3

Varm utrustning med tillhörande stekbord och fritös. Den senare är dock punktskyddad med en koldioxidanläggning, vilket sänker graderingen.

J-21: 10 st konferensrum med varierande storlek: 2

Låg brandbelastning. Möblerat med stolar och bord.

I-29: Bottenvåning för båda atrierna: 3

Möblerad restaurangdel med plats för ca 100 pers. Ett antal soffor finns utplacerade. Det finns också en informationsdisk vägg i vägg med den ligger en mindre bar. Den sammanvägda brandbelastningen på den omfattande ytan är medelstor. Det genomströmmande personantalet är högt vilket underbygger värderingen.

K-35: Hörsal: 4

Sittplatserna är tätt placerade. Materialet i stoppningen är förmodligen polyuretan som utvecklar mycket besvärande brandgaser vid brand. Vid vissa tillfällen kommer troligen scenen vara försedd med en ansevärd mängd brännbart material. Dock kommer upptäckten av brand ske i ett tidigt skede.

P-26, P-28, P-31: Större konferenssal: 3

Låg brandbelastning. Möblerat med stolar och bord. De två utrymningsvägarna sitter ihop så vid en ev. rökfylld utrymningsväg utanför konferenssalarna spärras båda utrymningsvägarna. Det motiverar den högre graderingen.

P-36: Garderob: 4

Vid stora evenemang kommer garderoben att vara fylld med lättantändliga kläder. Med tanke på upphängningen kommer man att få en mycket snabb spridningen av branden. Tidsperspektivet på branden blir dock kort då den sammanlagda energin är låg. Kläderna som mestadels idag är tillverkade i syntetmaterial som ger mycket obehagliga rökgaser.

Plan 3:

H-21: Utbildning/pausrum: 2

Låg brandbelastning. Möblerat med stolar och bord.

J-23: Utbildning: 2

Låg brandbelastning. Möblerat med stolar och bord.

K-36: Projektorrum: 2

Mycket låg brandbelastning, endast service personal.

Plan 4:

Plan 4: gradering :2

Plan fyra utgörs till övervägande del av ett öppet kontorslandskap. Det består av mindre arbetsstationer med avskiljande ljudisolerande skärmar. Brandbelastningen anses som låg.

Plan 5: (tomt för tillfället)

Plan 5: gradering: 2

Plan fem kommer att utgöras till övervägande del av ett öppet kontorslandskap. Det kommer att finnas ett mindre antal slutna kontor, men de behandlas på samma sätt som de övriga. Det kommer bestå av mindre arbetsstationer med avskiljande ljudisolerande skärmar. Den sammanlagda brandbelastningen kommer att anses som låg.

Plan 6:

G-26: pentry: 3

Stort personalpentry med tillagningsmöjligheter. Det är möblerat med stolar och bord.

H-28: Butik: 2

Vauförsäljning.

D-34: Kontor: 5

Vanligt kontorslandskap. Stort frågetecken gällande längd till utrymning överskrider 60m. Det beror på att den har en lång sammanfallande gångväg. Enligt BBR räknas då avståndet med en multipliceringsfaktor som är 1,5. Lösningen är sårbar och får en hög gradering för detta. Vid eventuell brand kan utrymningsvägarna blockeras.

O-24: Pentry: 2

Mindre pentry med öppen planlösning. Måttlig brandbelastning.

Kontorsrum: 25 st : 2

Det finns 25 små kontorsrum som behandlas i grupp. De är av mindre karraktär och har liknande egenskaper för brand och utrymning.

Kontorslandskap: Övrig yta: 2

Den yta som inte är upptagen under de andra punkterna utgör kontorslandskap. Det har måttligt högre brandbelastning än de andra kontorsrummen, men det uppvägs av att överblickbarheten är något bättre.

Plan 7:

C-34: Kontor: 4

Vanligt kontorslandskap. Stort frågetecken gällande längd till utrymning överskrider 60m. Det beror på att den har en lång sammanfallande väg. Enligt BBR räknas då avståndet med en multipliceringsfaktor som är 1,5. Lösningen är sårbar och får en hög gradering på grund av detta. Vid eventuell brand kan utrymningsvägarna blockeras.

H-24: Pappersförråd: 3

Då förrådet är fullt har det en hög brandbelastning. Vid en eventuell brand produceras brandgaser av måttligt giftig karraktär. Dess avskiljda läge motiverar graderingen.

I-34: pentry: 3

Stort personalpentry med tillagningsmöjligheter. Det är möblerat med stolar och bord.

O-35 & P-25 & P-32: Kapprum: 3

Förvaring av kläder. Risk och konsekvens för brand anses som något högre än medel. Den ojämna förvaringsbelastningen över året motiverar graderingen.

Samtalsrum: 11 st: 2

Det finns 11 små samtalsrum som behandlas i grupp. De är av mindre karraktär och har liknande egenskaper för brand och utrymning.

Konferensrum: 9 st: 2

Det finns 9 små konferensrum som behandlas i grupp. De är av mindre karraktär och har liknande egenskaper för brand och utrymning.

Kontorslandskap: Övrig yta: 2

Den yta som inte är upptagen under de andra punkterna utgör kontorslandskap. Det har lite högre brandbelastning än de andra kontorsrummen, men det uppvägs av att överblickbarheten är något bättre.

Plan 8:

Plan 8: gradering: 4

Det utgörs endast av hotellverksamhet. Varje rum är en egen brandcell. I utrymningsvägen finns två soffgrupper. Det kan anses som olämpligt. Vid en brand i den kan hela utrymningsvägen fyllas av rök. Den är huvudsakligen tillverkad i skumplast (troligen polyuretan) vilket är mycket ogynnsamt i brandsynpunkt.

Det finns även ett teknikrum. Det har låg brandbelastning och obefintlig med personaltimmar. Hotellmöbler: Inköp säger att det är brandklassade möbler. Soffgrupp, 5 fötöljer och ett bord. De heter Skandiaform SS-09-19.

Uppgifterna har inte kunnat verifierats men anses som tillförlitliga.

Plan 9:

Plan 9: gradering: 4

Det utgörs endast av hotellverksamhet. Varje rum är en egen brandcell. I utrymningsvägen finns två soffgrupper. Det kan anses som olämpligt. Vid en brand i den kan hela utrymningsvägen fyllas av rök. Den är huvudsakligen tillverkad i skumplast (troligen polyuretan) vilket är mycket ogynnsamt i brandsynpunkt.

Det finns även ett teknikrum. Det har låg brandbelastning och obefintlig med personaltimmar. Hotellmöbler: Inköp säger att det är brandklassade möbler. Soffgrupp, 5 fötöljer och ett bord. De heter Skandiaform SS-09-19.

Uppgifterna har inte kunnat verifierats men anses som tillförlitliga..

Plan 10:

Plan 10: Infrasystem: 2

På plan 10 finns endast teknik. Avsaknaden av personal gör att detta inte behandlas ytterligare.

Bilaga D - Scenario 1 - Argos utdata**Calculation****Basic information**

Client: Infra Business Center
 Scenario name: Mässa
 Consultant: MFW
 Company type: Service, consultant
 Basic bldg. construction: Brick-wall/concrete-roof
 Last revision: 2003-12-13 11:57:52
 Revision No.: 12

Calculation options

Post flash-over model enabled: Yes
 Time limit [min]: 60

Fire brigade

City area: Yes
 24 hour: Yes
 Distance/fire station [km]: 0.0
 Calculated response time [min]: 8

Fire start

Fire start room: Mässa
 Fire start, type: Energy formula fire
 Fire start, name: Fast
 Fire start, code: -

Fire installations

Room name	[----- In operation -----]					Windload [m/s]
	AFV - Heat	AFV - Smoke	Sprinkler	AFA - Heat	AFA - Smoke	
Mässa	No	No	Yes	No	Yes	0.00

Door between Mässa and Surroundings**Door: EI 60 (60 minutes FR door)**

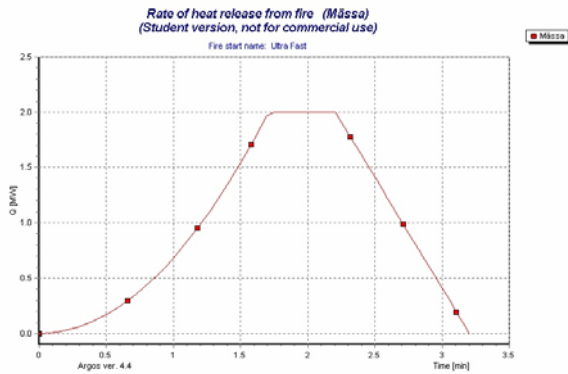
No. of doors: 12
 Initial tightness [%]: 99
 Self-closing doors: No
 Doors activated: N/A
 Activation time delay [s]: N/A

Smoke layer in all rooms

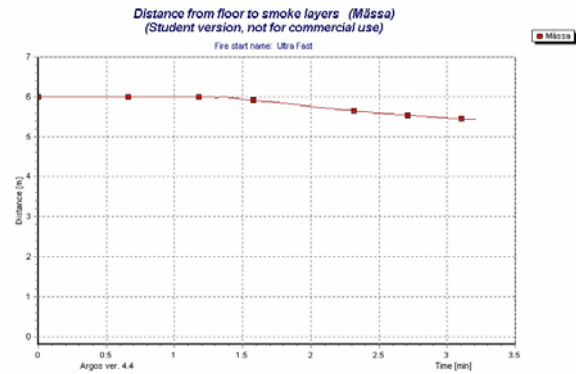
<i>Time</i>	<i>Mässa</i>	<i>[----- Smoke layer temp. [°C] -----]</i>	<i>Rate of heat release [kW]</i>	<i>Heat radiation [kW/m²]</i>	<i>Density Smoke layer [dB/l]</i>
00:00:00	20		0.0		
00:00:14	20		9.9		
00:00:28	20		38.1		
00:00:42	20		85.4		
00:01:01	20		176.3		
00:01:17	20		281.7		
00:01:36	20		438.5		
00:01:51	20		588.3		
00:01:51	Room 'Mässa': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.				
00:02:08	20		770.7		
00:02:26	20		1014.8		
00:02:46	33		1298.4		1.96
00:03:04	35		1608.0		2.36
00:03:08	36		1676.4		2.42
00:03:08	Room 'Mässa': Sprinkler installation (AWS) activated.				
00:03:21	36		1676.4		2.56
00:03:38	37		1676.4	0.10	2.68
00:03:41	37		1576.6	0.10	2.69
00:03:41	Fire is declining.				
00:04:00	34		958.5	0.10	2.68
00:04:18	31		340.9	0.09	2.56
00:04:29	29		0.0	0.09	2.48
00:04:29	Fire has been put out.				

Mässa						
<i>Time</i>	<i>Smoke room [dB/m]</i>	<i>Smoke layer [dB/m]</i>	<i>Floor layer [m]</i>	<i>Layer temp. [°C]</i>	<i>Heat radiation [kW/m²]</i>	<i>Floor press. [N/m²]</i>
00:00:00	0.00		6.00	20		-0.010
00:00:14	0.00		6.00	20		0.000
00:00:28	0.00		6.00	20		0.000
00:00:42	0.00		6.00	20		0.000
00:01:01	0.01		6.00	20		0.000
00:01:17	0.01		6.00	20		0.000
00:01:36	0.02		6.00	20		0.000
00:01:51	0.04		6.00	20		0.000
00:01:51	Room 'Mässa': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:02:08	0.05		6.00	20		0.000
00:02:26	0.08		6.00	20		0.000
00:02:46	0.10	1.96	5.95	33		0.005
00:03:04	0.10	2.36	5.85	35		0.008
00:03:08	0.10	2.42	5.82	36		0.009
00:03:08	Room 'Mässa': Sprinkler installation (AWS) activated.					
00:03:21	0.10	2.56	5.75	36		0.007
00:03:38	0.10	2.68	5.66	37	0.10	0.006
00:03:41	0.10	2.69	5.64	37	0.10	0.004
00:03:41	Fire is declining.					
00:04:00	0.10	2.68	5.55	34	0.10	0.000
00:04:18	0.10	2.56	5.48	31	0.09	-0.003
00:04:29	0.10	2.48	5.46	29	0.09	-0.007
00:04:29	Fire has been put out.					

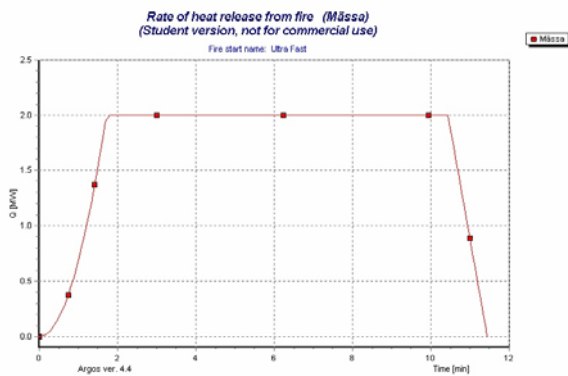
Bilaga E - Känslighetsanalys sceario 1 - Brand i mässa



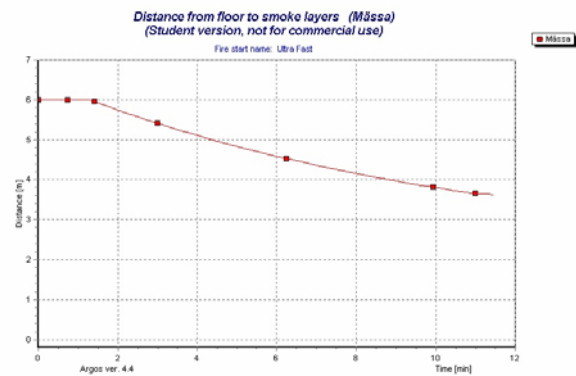
Effektutveckling, ultrafast, sprinklern släcker



Brandgaslagrets höjd, ultrafast, sprinklern släcker



Effektutveckling, ultrafast, sprinklern kontrollerar



Brandgaslagrets höjd, ultrafast, sprinklern kontrollerar

Bilaga F - Scenario 2 - Argos utdata**Calculation****Basic information**

Client: Infra Business Center
 Scenario name: Mässa
 Consultant: MFW
 Company type: Service, consultant
 Basic bldg. construction: Brick-wall/concrete-roof
 Last revision: 2003-12-13 11:49:09
 Revision No.: 11

Calculation options

Post flash-over model enabled: Yes
 Time limit [min]: 60

Fire brigade

City area: Yes
 24 hour: Yes
 Distance/fire station [km]: 0.0
 Calculated response time [min]: 8

Fire start

Fire start room: Mässa
 Fire start, type: Energy formula fire
 Fire start, name: Fast
 Fire start, code: -

Fire installations

Room name	[----- In operation -----]						Windload [m/s]
	AFV - Heat	AFV - Smoke	Sprinkler	AFA - Heat	AFA - Smoke		
Mässa	No	No	No	No	Yes	0.00	

Door between Mässa and Surroundings**Door: EI 60 (60 minutes FR door)**

No. of doors: 12
 Initial tightness [%]: 99
 Self-closing doors: No
 Doors activated: N/A
 Activation time delay [s]: N/A

Smoke layer in all rooms					
<i>Time</i>	<i>Mässa</i>	<i>[----- Smoke layer temp. [°C] -----]</i>	<i>Rate of heat release [kW]</i>	<i>Heat radiation [kW/m²]</i>	<i>Density Smoke layer [dB/r]</i>
00:00:00	20		0.0		
00:00:14	20		9.9		
00:00:28	20		38.1		
00:00:42	20		85.4		
00:01:01	20		176.3		
00:01:17	20		281.7		
00:01:36	20		438.5		
00:01:51	20		588.3		
00:01:51	Room 'Mässa': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.				
00:02:08	20		770.7		
00:02:26	20		1014.8		
00:02:46	33		1298.4		1.96
00:03:04	35		1608.0		2.36
00:03:23	38		1954.3		2.63
00:03:42	40		2317.1	0.10	2.88
00:03:59	42		2694.6	0.11	3.14
00:04:18	44		3151.9	0.11	3.44
00:04:37	47		3626.3	0.12	3.74
00:04:55	49		4116.5	0.13	4.05
00:05:13	52		4621.5	0.13	4.36
00:05:33	54		5215.8	0.14	4.71
00:05:52	57		5827.3	0.15	5.04
00:06:10	59		6455.2	0.16	5.36
00:06:28	62		7098.6	0.17	5.66
00:06:48	64		7840.1	0.18	5.99
00:07:07	66		8599.5	0.19	6.31
00:07:26	69		9375.9	0.20	6.63
00:07:45	71		10168.6	0.21	6.95
00:08:03	73		10977.0	0.23	7.26
00:08:18	75		11000.0	0.24	7.52
00:08:36	76		11000.0	0.25	7.84
00:08:54	77		11000.0	0.26	8.13
00:09:10	77		11000.0	0.27	8.38
00:09:27	77		11000.0	0.28	8.64
00:09:43	77		11000.0	0.29	8.88
00:09:51	77		11000.0	0.30	9.00
00:09:51	Fire brigade arrived, preparing extinguishing.				
00:10:09	78		11000.0	0.31	9.26
00:10:28	78		11000.0	0.32	9.53
00:10:48	78		11000.0	0.33	9.79
00:10:51	78		11000.0	0.34	9.84
00:10:51	Fire brigade ready, extinguishing started.				
00:11:11	78		11000.0	0.35	10.08
00:11:23	78		10941.8	0.36	10.24
00:11:23	Fire is declining.				
00:11:42	77		10322.8	0.37	10.47
00:12:00	77		9703.3	0.38	10.69
00:12:19	76		9083.6	0.39	10.90
00:12:37	75		8463.8	0.39	11.09

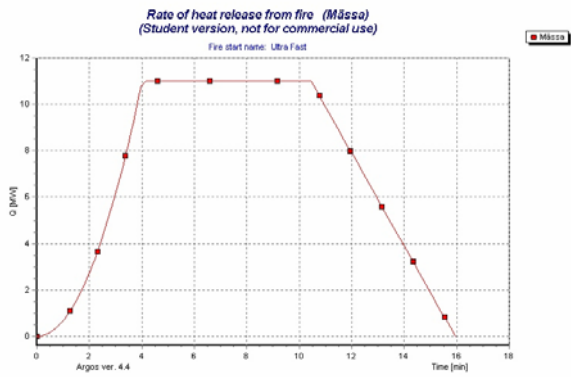
00:12:56	74	7844.0	0.39	11.28
00:13:15	72	7224.1	0.39	11.45
00:13:33	71	6604.2	0.39	11.61
00:13:52	70	5984.3	0.39	11.75
00:14:10	68	5364.3	0.39	11.89
00:14:29	67	4744.3	0.39	12.01
00:14:48	66	4124.3	0.38	12.12
00:15:06	64	3504.3	0.38	12.22
00:15:25	62	2884.3	0.37	12.31
00:15:43	61	2264.3	0.37	12.38
00:16:02	59	1644.2	0.36	12.45
00:16:21	58	1024.2	0.35	12.51
00:16:39	56	404.3	0.34	12.56
00:16:51	55	0.0	0.33	12.59
00:16:51	Fire has been put out.			

Infra Business Center

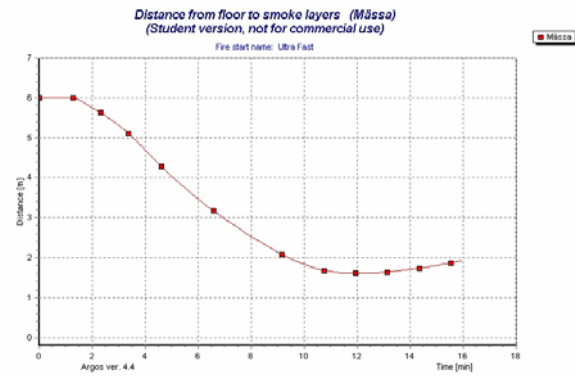
Mässa						
<i>Time</i>	<i>Smoke room [dB/m]</i>	<i>Smoke layer [dB/m]</i>	<i>Floor layer [m]</i>	<i>Layer temp. [°C]</i>	<i>Heat radiation [kW/m²]</i>	<i>Floor press. [N/m²]</i>
00:00:00	0.00		6.00	20		-0.010
00:00:14	0.00		6.00	20		0.000
00:00:28	0.00		6.00	20		0.000
00:00:42	0.00		6.00	20		0.000
00:01:01	0.01		6.00	20		0.000
00:01:17	0.01		6.00	20		0.000
00:01:36	0.02		6.00	20		0.000
00:01:51	0.04		6.00	20		0.000
00:01:51	Room 'Mässa': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:02:08	0.05		6.00	20		0.000
00:02:26	0.08		6.00	20		0.000
00:02:46	0.10	1.96	5.95	33		0.005
00:03:04	0.10	2.36	5.85	35		0.008
00:03:23	0.10	2.63	5.74	38		0.013
00:03:42	0.10	2.88	5.63	40	0.10	0.018
00:03:59	0.10	3.14	5.52	42	0.11	0.025
00:04:18	0.10	3.44	5.40	44	0.11	0.033
00:04:37	0.10	3.74	5.28	47	0.12	0.043
00:04:55	0.10	4.05	5.17	49	0.13	0.054
00:05:13	0.10	4.36	5.06	52	0.13	0.066
00:05:33	0.10	4.71	4.93	54	0.14	0.082
00:05:52	0.10	5.04	4.80	57	0.15	0.100
00:06:10	0.10	5.36	4.66	59	0.16	0.120
00:06:28	0.10	5.66	4.53	62	0.17	0.142
00:06:48	0.10	5.99	4.37	64	0.18	0.169
00:07:07	0.10	6.31	4.21	66	0.19	0.198
00:07:26	0.10	6.63	4.05	69	0.20	0.228
00:07:45	0.10	6.95	3.88	71	0.21	0.259
00:08:03	0.10	7.26	3.72	73	0.23	0.292
00:08:18	0.10	7.52	3.59	75	0.24	0.220
00:08:36	0.10	7.84	3.44	76	0.25	0.167
00:08:54	0.10	8.13	3.30	77	0.26	0.138
00:09:10	0.10	8.38	3.18	77	0.27	0.119
00:09:27	0.10	8.64	3.05	77	0.28	0.105
00:09:43	0.10	8.88	2.94	77	0.29	0.095
00:09:51	0.10	9.00	2.88	77	0.30	0.090
00:09:51	Fire brigade arrived, preparing extinguishing.					
00:10:09	0.10	9.26	2.77	78	0.31	0.082
00:10:28	0.10	9.53	2.64	78	0.32	0.077
00:10:48	0.10	9.79	2.52	78	0.33	0.071
00:10:51	0.10	9.84	2.50	78	0.34	0.070
00:10:51	Fire brigade ready, extinguishing started.					
00:11:11	0.10	10.08	2.38	78	0.35	0.066
00:11:23	0.10	10.24	2.31	78	0.36	0.056
00:11:23	Fire is declining.					
00:11:42	0.10	10.47	2.21	77	0.37	0.017
00:12:00	0.10	10.69	2.12	77	0.38	0.001
00:12:19	0.10	10.90	2.05	76	0.39	-0.003
00:12:37	0.10	11.09	1.98	75	0.39	-0.016
00:12:56	0.10	11.28	1.93	74	0.39	-0.037

00:13:15	0.10	11.45	1.88	72	0.39	-0.062
00:13:33	0.10	11.61	1.84	71	0.39	-0.089
00:13:52	0.10	11.75	1.81	70	0.39	-0.116
00:14:10	0.10	11.89	1.78	68	0.39	-0.142
00:14:29	0.10	12.01	1.76	67	0.39	-0.165
00:14:48	0.09	12.12	1.74	66	0.38	-0.187
00:15:06	0.09	12.22	1.73	64	0.38	-0.205
00:15:25	0.09	12.31	1.72	62	0.37	-0.221
00:15:43	0.09	12.38	1.72	61	0.37	-0.233
00:16:02	0.09	12.45	1.73	59	0.36	-0.243
00:16:21	0.09	12.51	1.73	58	0.35	-0.249
00:16:39	0.09	12.56	1.75	56	0.34	-0.253
00:16:51	0.09	12.59	1.76	55	0.33	-0.254
00:16:51	Fire has been put out.					

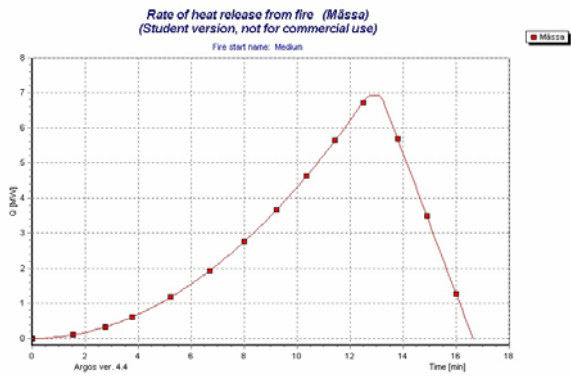
Bilaga G - Känslighetsanalys scenario 2 - Brand i mässa med icke fungerande sprinkler



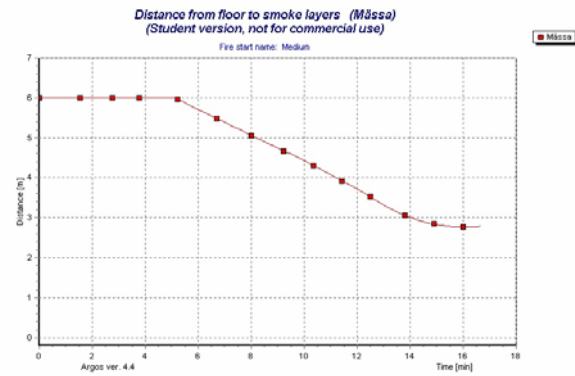
Effektutveckling, ultrafast



Brandgaslagrets höjd, ultrafast



Effektutveckling, medium



Brandgaslagrets höjd, medium

Bilaga H - Scenario 3 - Argos utdata

Calculation

Basic information

Client: Infra Business Center
 Scenario name: Hörsal
 Consultant: MFW
 Company type: Service, consultant
 Basic bldg. construction: Concrete
 Last revision: 2003-12-13 12:25:25
 Revision No.: 9

Calculation options

Post flash-over model enabled: Yes
 Time limit [min]: 60

Fire brigade

City area: Yes
 24 hour: Yes
 Distance/fire station [km]: 0.0
 Calculated response time [min]: 8

Fire start

Fire start room: Hörsal
 Fire start, type: Energy formula fire
 Fire start, name: Fast
 Fire start, code: -

Fire installations

Room name	[----- In operation -----]					Windload [m/s]
	AFV - Heat	AFV - Smoke	Sprinkler	AFA - Heat	AFA - Smoke	
Hörsal	No	No	Yes	No	Yes	0.00

Door between Hörsal and Surroundings

Door: EI 60 (60 minutes FR door)

No. of doors: 2
 Initial tightness [%]: 0
 Self-closing doors: No
 Doors activated: N/A
 Activation time delay [s]: 2000

Door: EI 60 (60 minutes FR door)

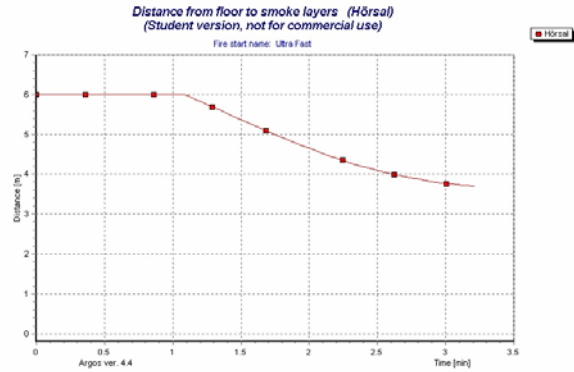
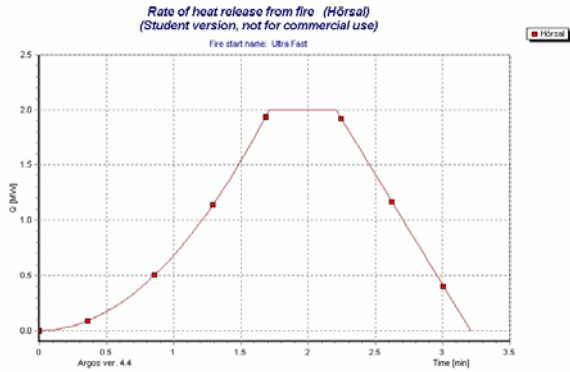
No. of doors: 2
 Initial tightness [%]: 0
 Self-closing doors: No
 Doors activated: N/A
 Activation time delay [s]: N/A

Smoke layer in all rooms

Time	Hörsal	[----- Smoke layer temp. [°C] -----]	Rate of	Heat	Density
			heat release	radiation	Smoke
			[kW]	[kW/m ²]	layer [dB/m]
00:00:00	20		0.0		
00:00:19	20		17.4		
00:00:37	20		66.0		
00:00:56	20		148.7		
00:01:13	20		255.9		
00:01:33	20		406.7		
00:01:51	20		586.4		
00:01:51	Room 'Hörsal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.				
00:02:10	20		802.0		
00:02:30	44		1061.9	0.44	2.05
00:02:49	48		1345.5	0.48	2.36
00:03:08	54		1676.1	0.52	2.73
00:03:08	Room 'Hörsal': Sprinkler installation (AWS) activated.				
00:03:24	58		1676.1	0.55	3.01
00:03:40	60		1634.2	0.58	3.26
00:03:40	Fire is declining.				
00:03:59	60		1003.4	0.58	3.43
00:04:17	56		371.5	0.56	3.46
00:04:29	52		0.0	0.53	3.43
00:04:29	Fire has been put out.				

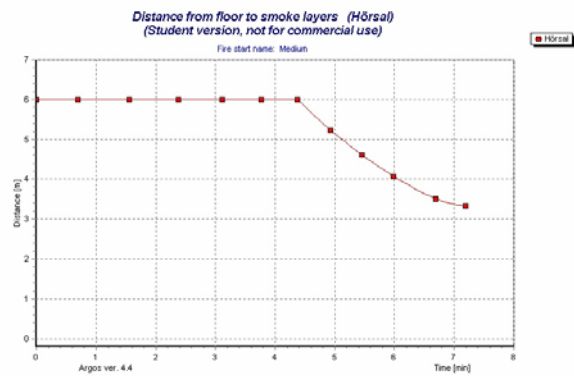
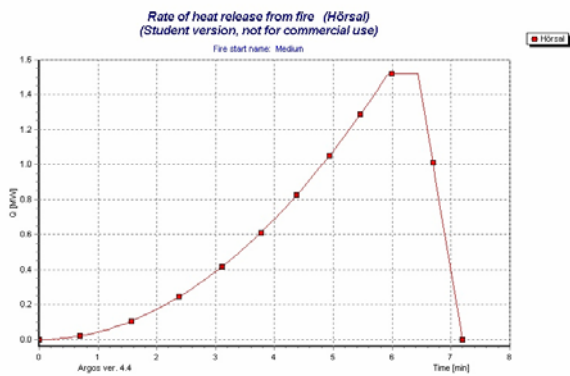
Hörsal					Heat radiation	Floor press.
Time	Smoke room [dB/m]	Smoke layer [dB/m]	Floor layer [m]	Layer temp. [°C]	[kW/m ²]	[N/m ²]
00:00:00	0.00		6.00	20		-0.010
00:00:19	0.00		6.00	20		0.000
00:00:37	0.01		6.00	20		0.000
00:00:56	0.02		6.00	20		0.000
00:01:13	0.05		6.00	20		0.000
00:01:33	0.10		6.00	20		0.000
00:01:51	0.17		6.00	20		0.000
00:01:51	Room 'Hörsal': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated.					
00:02:10	0.27		6.00	20		0.000
00:02:30	0.29	2.05	5.58	44	0.44	0.024
00:02:49	0.29	2.36	5.14	48	0.48	0.039
00:03:08	0.29	2.73	4.72	54	0.52	0.059
00:03:08	Room 'Hörsal': Sprinkler installation (AWS) activated.					
00:03:24	0.29	3.01	4.41	58	0.55	0.048
00:03:40	0.29	3.26	4.14	60	0.58	0.037
00:03:40	Fire is declining.					
00:03:59	0.29	3.43	3.88	60	0.58	0.002
00:04:17	0.29	3.46	3.70	56	0.56	-0.006
00:04:29	0.28	3.43	3.65	52	0.53	-0.021
00:04:29	Fire has been put out.					

Bilaga I - Känslighetsanalys scenario 3 - Brand i hörsal



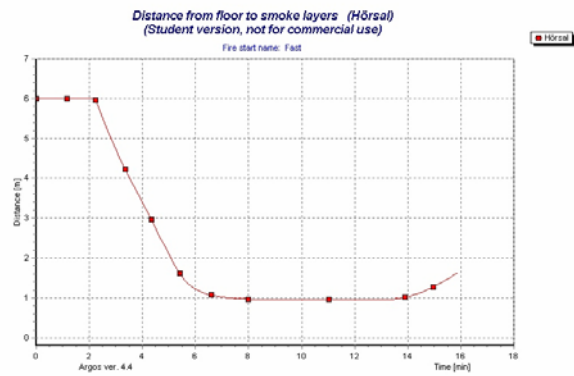
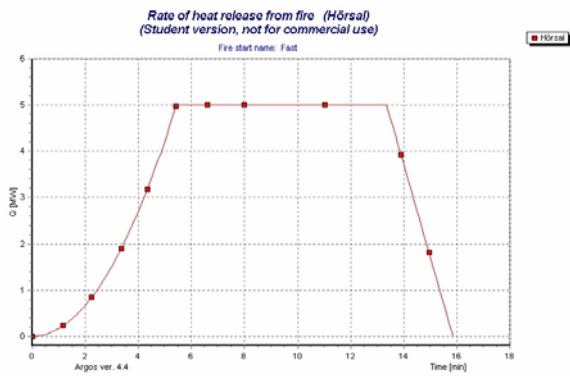
Effektutveckling, ultrafast

Brandgaslagrets höjd, ultrafast



Effektutveckling, medium

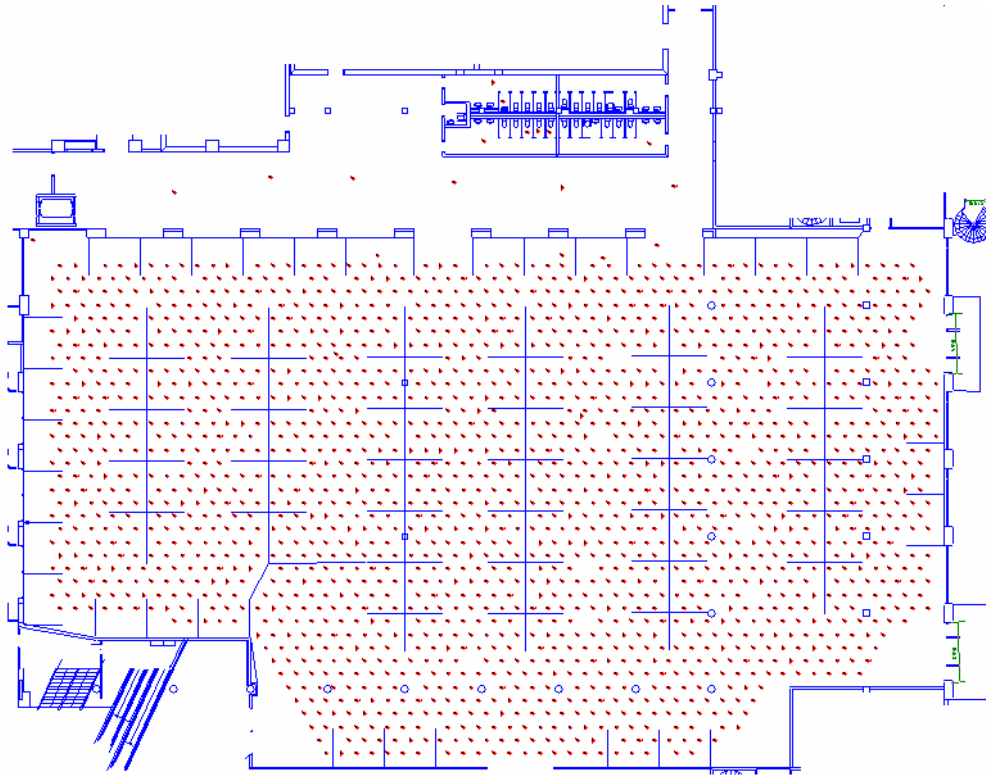
Brandgaslagrets höjd, medium



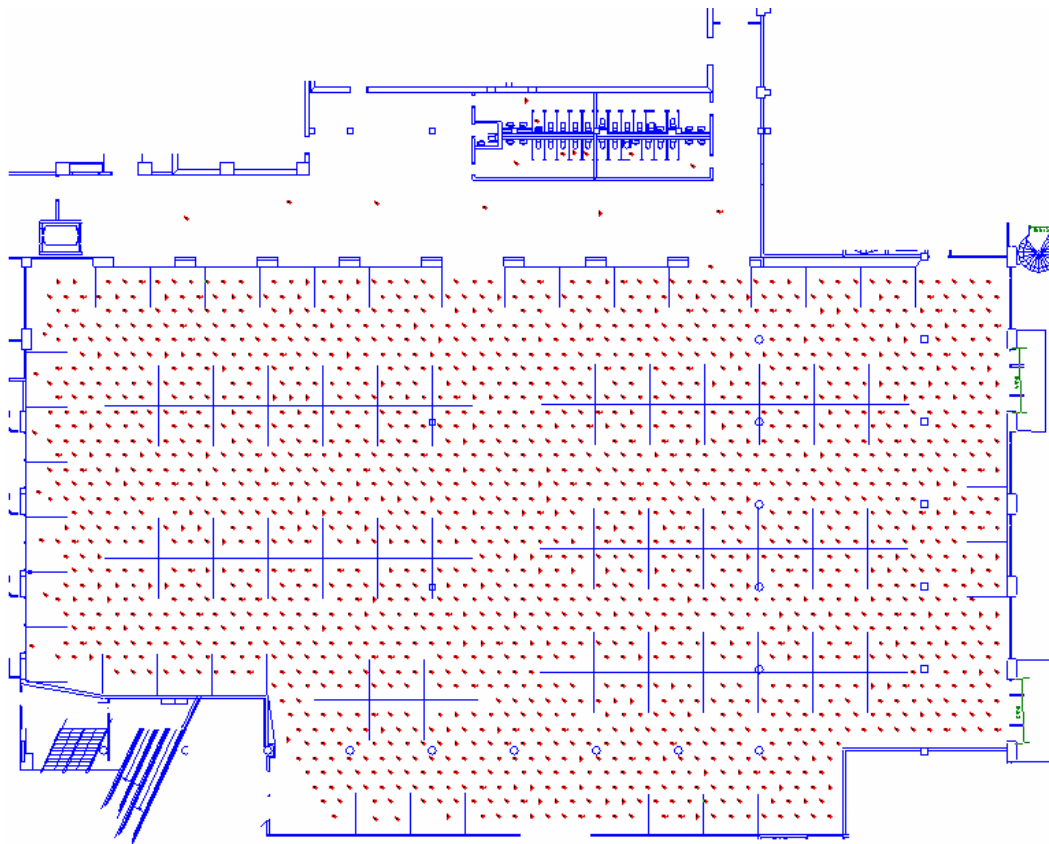
Effektutveckling, fast

Brandgaslagrets höjd, fast

Bilaga J - Känslighetsanalys, möblering mässa



Samma möblering med blockering



Alternativ möblering

