



LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Lunds universitet

Rapport 9266

Brandteknisk riskvärdering av Hagagymnasiet i Norrköping



Grupp 6

Christian Björk
Beatrice Eriksson
Karin af Geijerstam
Johannes Näslund

Handledare

Per Johansson
Robert Jönsson

Brandingenjörsprogrammet

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 University

Box 118

S-221 00 Lund, Sweden

Telephone: +46 46 222 73 00

E-mail: brand@brand.lth.se**Rapport/Report 9266****Titel**

Brandteknisk riskvärdering av Hagagymnasiet i Norrköping

Title

Fire safety evaluation of Hagagymnasiet in Norrköping

Av/By

Christian Björk

Beatrice Eriksson

Karin af Geijerstam

Johannes Näslund

Abstract

This report is a fire safety evaluation of Hagagymnasiet, a highschool in Norrköping, Sweden. A fieldtrip to Hagagymnasiet was made and different scenarios were studied. Likely scenarios were chosen. Dimensioned fires for the different scenarios were constructed based on the probability of the scenarios and hazard for people in the event of an evacuation. Times to critical conditions have been calculated by hand and in simulation with the computer programs CFAST and Argos. Time to evacuation has been made by hand and in the computer program Simulex. The Hagagymnasiet's systematical fire-protection has also been studied and compared with a school index. Based on results in hand-calculations and simulations have different conclusions and suggestions to improve the fire safety for people in the building been made.

Critical conditions will appear in Hagagymnasiet. Therefore it is very important to improve the fire safety in the building. Hagagymnasiet has to do different kind of fire-technical improvements and to work harder in the systematical fire-protection program.

Keywords

Fire safety evaluation, Hagagymnasiet, Norrköping, dimensioned fire, critical conditions, CFAST, Argos, Simulex, systematical fire-protection program

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

Förord

Skrivandet av rapporten har varit lärorikt och intressant och följande personer har hjälpt till och stöttat gruppen under resans gång.

Robert Jönsson och *Per Johansson* som har handlett och kommit synpunkter under rapportens skrivande.

Lars Widén vid Brandförsvaret i Norrköping som alltid har varit lika glad och hjälpsam i alla frågor som dykt upp.

Daniel Gojkovic, *Håkan Frantzich* och *Daniel Nilsson* vid Brandteknik i Lund som gruppen har kommit och stört titt som tätt och som tagit sig tid och hjälpt gruppen med svar på frågor som gällt allt mellan effektkurvor och utrymning.

Lars Jensen för hjälp att läsa och tolka ventilationsritningarna.

Personalen på Hagagymnasiet (ingen nämnd ingen glömd) som tog sig tid och hjälpte till då gruppen var förbi på studiebesöket och för svar på alla frågor som dykt upp under skapandet av rapporten.

Brandmännen i Norrköping för boendet på stationen och för de egenplockade äpplena.

Sammanfattning

Denna rapport är en brandteknisk riskvärdering av Hagagymnasiet i Norrköping. Rapporten är en träning i studie av brandskydd där framförallt utrymningssäkerheten beaktas.

Hagagymnasiet byggdes 1965 och en tillbyggnad gjordes 1995. I rapporten studeras endast huvudbyggnaden innehållande atrium, lektionssalar, kontor, bibliotek och cafeteria. På skolan finns ca 600 elever och ca 60 lärare.

Rapportarbetet inleddes med ett studiebesök på Hagagymnasiet tillsammans med handledare från Brandteknik och Norrköpings brandförsvär. Olika scenarier studerades och fyra valdes ut då dessa representerar troliga scenarier med allvarliga konsekvenser ur utrymningssynpunkt. De scenarier som valdes var atriet, datorsalen, cafeteria och aulan. Effektkurvor som beskriver en eventuell brand togs fram för tre av de fyra scenarierna. Sedan simulerades scenarierna i datorprogrammen CFAST, Argos och Simulex för brandförlopp och utrymning. Även handberäkningar genomfördes.

Hagagymnasiets systematiska brandskyddsarbete studerades och ett skolindex som beskriver hur väl ett objekts brandskydd fungerar beräknades.

Beräkningarna och simuleringarna visade att kritiska förhållanden kommer att uppstå på Hagagymnasiet. Vid brand i atriet sker detta väldigt snabbt. En brand i datorsalen kommer även den leda till att kritiska förhållanden i atriet uppstår. Det är av stor vikt att brandcellsgränserna hålls intakta därför *skall* alla dörrar mot atriet utrustas med dörrstängare.

Vid en brand i cafeteria måste detektionen ske snabbt då en angränsande lokals ena utrymningsväg skärs av vid en brand. Den alternativa utrymningsvägen är via ett fönster vilket ger långsam utrymning.

Vid scenario aulan lades all vikt på utrymningen för att utreda om den blir komplicerad då huvudingången är blockerad. För att utrymning i aulan ska kunna ske tillfredställande *skall* utrymningsvägen på scen och de smala dörrarna framme vid scen markeras bättre och ej vara blockerade.

Till sist togs ytterligare förslag till åtgärder för en förbättring av Hagagymnasiets brandskydd fram.

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| 1. INLEDNING | 13 |
| 1.1 Bakgrund | 13 |
| 1.2 Syfte..... | 13 |
| 1.3 Metod | 13 |
| 1.4 Avgränsningar | 13 |
| 2. OBJEKTSBESKRIVNING | 14 |
| 2.1 Verksamhet..... | 14 |
| 2.2 Beskrivning av byggnaden | 14 |
| 2.2.1 Huvuddelen | 14 |
| 2.2.2 Annexet | 15 |
| 2.3 Ventilation | 16 |
| 2.4 Brandtekniska system..... | 16 |
| 2.4.1 Passiva system..... | 17 |
| 2.4.2 Aktiva system..... | 18 |
| 2.4.3 Övrigt brandskydd..... | 18 |
| 2.5 Utrymningsvägar | 19 |
| 2.5.1 Huvuddelen | 19 |
| 2.5.2 Annexet | 20 |
| 2.6 Räddningstjänst | 20 |
| 3. SYSTEMATISKT BRANDSKYDDSRARBETE (SBA) | 21 |
| 4. TEORI | 22 |
| 4.1 Kritiska förhållanden..... | 22 |
| 4.2 Utrymningsmoment | 22 |
| 4.3 Datorprogram..... | 23 |
| 4.3.1 CFAST och Argos..... | 23 |
| 4.3.2 Simulex | 23 |
| 4.4 Skolindex..... | 24 |
| 5. VAL AV SCENARIO | 25 |
| 6. SCENARIO ATRIUM | 26 |
| 6.1 Beskrivning..... | 26 |
| 6.2 Ventilation | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 6.3 Dimensionerande brand | 27 |
| 6.4 Motivering | 27 |
| 6.5 Frågeställning | 27 |
| 6.6 Metod | 27 |
| 6.7 Brandförlopp | 28 |
| 6.7.1 Effektkurvor | 28 |
| 6.7.2 Simulering av brandförlopp..... | 29 |
| 6.8 Detektion..... | 30 |
| 6.9 Utrymning..... | 30 |
| 6.9.1 Simulering | 30 |
| 6.9.2 Resultat..... | 31 |
| 6.10 Diskussion och slutsats..... | 32 |
| | |
| 7. SCENARIO DATORSAL..... | 33 |
| 7.1 Beskrivning..... | 33 |
| 7.2 Ventilation | 33 |
| 7.3 Dimensionerande brand | 33 |
| 7.4 Motivering | 34 |
| 7.5 Frågeställning..... | 34 |
| 7.6 Metod | 34 |
| 7.7 Brandförlopp | 34 |
| 7.7.1 Effektkurvor | 34 |
| 7.7.2 Simulering av brandförloppet..... | 36 |
| 7.8 Detektion..... | 39 |
| 7.9 Utrymning..... | 39 |
| 7.9.1 Simulering | 39 |
| 7.9.2 Resultat..... | 40 |
| 7.10 Diskussion och slutsats..... | 40 |
| | |
| 8. SCENARIO CAFETERIA | 41 |
| 8.1 Beskrivning..... | 41 |
| 8.2 Ventilation | 42 |
| 8.3 Dimensionerande brand | 42 |
| 8.4 Motivering | 42 |
| 8.5 Frågeställning..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 8.6 Metod | 43 |
| 8.7 Brandförlopp | 43 |
| 8.7.1 Effektkurvor | 43 |
| 8.7.2 Simulering av brandförlopp..... | 45 |
| 8.8 Detektion..... | 46 |
| 8.9 Utrymning..... | 46 |
| 8.9.1 Simulering | 46 |
| 8.9.2 Resultat..... | 46 |
| 8.10 Diskussion och slutsats..... | 47 |
| | |
| 9. SCENARIO AULAN | 48 |
| 9.1 Beskrivning..... | 48 |
| 9.2 Ventilation | 48 |
| 9.3 Dimensionerande brand | 49 |
| 9.4 Motivering | 49 |
| 9.5 Frågeställning | 49 |
| 9.6 Metod | 49 |
| 9.7 Detektion..... | 49 |
| 9.8 Utrymning..... | 49 |
| 9.8.1 Simulering | 50 |
| 9.8.2 Resultat..... | 51 |
| 9.9 Diskussion och slutsats..... | 51 |
| | |
| 10. KÄNSLIGHETSANALYS | 52 |
| 10.1 Brandförloppet..... | 52 |
| 10.2 Utrymning..... | 53 |
| | |
| 11. BRISTER | 54 |
| 11.1 Huvuddelen..... | 54 |
| 11.2 Annexet | 55 |
| 11.3 Organisatoriska brister | 56 |
| | |
| 12. FÖRSLAG TILL FÖRÄNDRINGAR | 57 |
| 12.1 Skolindex jämförelse..... | 57 |
| 12.2 Åtgärder för att skapa framtidens Hagagymnasium | 58 |
| 12.2.1 Åtgärder som skall utföras: | 58 |

| | |
|--|----------------------------|
| 12.2.2 Åtgärder som bör utföras..... | 60 |
| 14. REFERENSER | 61 |
| BILAGA 1 RITNINGAR | 63 |
| BILAGA 2 VENTILATION | 69 |
| BILAGA 3 DETEKTORERNAS PLACERING..... | 73 |
| BILAGA 4 STATISTIK | 79 |
| BILAGA 5 EFFEKTKURVOR | 85 |
| BILAGA 6 SIMULERING I TVÅZONSMODELL | 91 |
| BILAGA 7 RESULTAT AV SIMULERING I TVÅZONSMODELL | 95 |
| BILAGA 8 HANDBERÄKNINGAR..... | 107 |
| BILAGA 9 KÄNSLIGHETSANALYS | 115 |
| BILAGA 10 BRANDSYNSPROTOKOLL..... | 117 |
| BILAGA 11 UTRYMNINGSÖVNING..... | 123 |

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Rapporten är ett projektarbete som genomförs inom kursen BTR (VBR 054). Projektarbetet är en brandteknisk riskvärdering som genomförs av grupper om fyra stycken brandingenjörstudenter under höstterminen i årskurs tre. Kursen är en så kallad case studie där varje grupp tilldelas ett objekt där en värdering av risknivån gällande brand och utrymning skall genomföras. Handledare från Brandteknik i Lund samt från Räddningstjänsten i respektive kommun tilldelas gruppen.

1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att utvärdera Hagagymnasiets brand- och utrymnings säkerhet samt att brandingenjörstudenterna skall lära sig hur detta kan genomföras med hjälp av beräkningsmodeller och aktuella regelverk. Studenterna skall skaffa sig förståelse för möjligheter och begränsningar gällande både regelverk och beräkningsmodellerna. Skapandet av rapporten skall även ge träning i förfarandet att lägga upp och skriva denna typ av rapporter. Tillsist skall en genomförd värdering av säkerhetsnivån samt förslag till eventuella förbättringar kunna presenteras för Hagagymnasiet i Norrköping.

1.3 Metod

En inventering gjordes av objektet. Brandförloppet bestämdes för ett antal brandscenarioer med olika simuleringsmodeller och känslighetsanalys gjordes för att fastställa resultatens tillförlitlighet. Resultaten jämfördes med kritiska förhållanden för att få fram tiden tills dessa har uppnåtts. Den tiden sattes i relation till utrymningstiden som simulerats eller handberäknats för respektive lokal för att se om en acceptabel utrymning kan ske.

1.4 Avgränsningar

Objektet som granskas i denna rapport är *huvudbyggnaden* för Hagagymnasiet i Norrköping. Den separat ställda gymnastiksalen intill huvudbyggnaden kommer inte att behandlas i rapporten, inte heller de lokaler som skolan brukar på andra platser i staden. Detta på grund av att arbetet måste begränsas och att det är huvudbyggnaden som skapar den största utrymningsproblematiken. Som stöd för detta finns Norrköpings brandförsvaret med önskan att utreda huvudbyggnaden.

Hänsyn kommer framför allt att tas till skolverksamheten. Föreningsverksamheten i annexets källare samt evenemang vid uthyrning av aulan kommer därför endast att studeras kortfattat.

Byggnadens bärighet kommer inte att beräknas i denna rapport då fokus ligger på personsäkerheten. Bristande bärighet kommer med stor sannolikhet inte att uppstå under utrymningsförloppet. För att begränsa arbetets omfattning ytterligare tas ingen hänsyn till brandgasernas toxicitet då stora osäkerheter är förknippade med beräkning av detta.

2. Objektsbeskrivning

Hagagymnasiet byggdes 1965 och en tillbyggnation skedde 1995 då ett bibliotek instiftades. Skolan består av en huvuddel med atrium i tre plan samt källarplan, och ett annex i två plan med aula, cafeteria och bibliotek.

Skolan har omkring 600 elever och 60 lärare. Byggnaden är väl anpassad för rullstolsbundna.

Lokalerna hyrs av kommunen.

Byggnaden är klassad som en Br1-byggnad enligt BBR 5:4.

För ritningar över objektet se bilaga 1.



Figur 2.1 Planskiss över Hagagymnasiet i markplan.

2.1 Verksamhet

Utbildningarna som ges i huvudbyggnaden är natur- och samhällsvetenskapliga, estetiska, barn och fritid samt mindre särskoleklasser. Floristprogrammet läser en del av sina kurser i huvudbyggnaden även om den största delen av utbildningen sker på annan skola.

I annexets källarplan förekommer föreningsaktivitet, även under kvällstid. Cafeterian är öppen dagtid och alltid bemannad med anställd personal. Under dagtid förekommer undervisning i mindre klassrum, främst för särskoleeleverna.

Aulan hyrs även ut till annan verksamhet som inte berör skolan.

2.2 Beskrivning av byggnaden

Väggarna består av putsad betong och tegel. Innertaket består av gipsskivor. Dörrbredden är 90 cm om inte annat har angivits.

2.2.1 Huvuddelen

Huvuddelen består av ett atrium i tre plan (se figur 2.2) samt ett källarplan. På plan 3 och 4 finns loftgångar som leder till klassrummen. I atriet finns ett öppet centralt trapphus samt ett avskilt trapphus beläget i västra delen. Det avskilda trapphuset nås från klassrum och loftgångar. Det är i huvuddelen som flest människor vistas under skoltid.

I källaren (plan 1) finns två fläktrum som är intressanta ur ventilationssynpunkt.

På bottenvåningen (plan 2) ligger huvudentrén på byggnadens norrsida. Ramp finns så att rullstolsbundna kan använda entrén. Rummen på bottenvåningen används i huvudsak för skolhälsovård, kansli, kontor och klassrum. Inredningen i atriet består främst av skåp, bord och bänkar. Det finns även en soffgrupp, ett antal bokhyllor och plastväxter, samt ett par datorer.

På plan 3 finns utöver de vanliga undervisningssalarna även fysiksalarna och datorsalarna. De tre datorsalarna har totalt 70 datorplatser. På plan 3 finns även ett lärarrum med kök.

På plan 4 finns kemisalar för undervisning och det förekommer laborationer där gasol används. Det finns även ordinarie undervisningssalar.

2.2.2 Annexet

I annexets källarplan ligger skolans cafeteria med servering och uppehållsrum. Det finns även ett innebandyrum som tidigare har nyttjats som diskotekslokal. På grund av utrymningssvårigheter ligger denna verksamhet nere tilldessa att åtgärder vidtagits.

I korridoren utanför cafeterian finns både undervisningssalar och salar för föreningsverksamhet. Salarna efter skolans västra sida är enbart till för undervisning och är låsta under kvällstid. Vid fritidsgårdens huvudentré finns en garderob och lite längre in i korridoren en soffgrupp.

I markplan ligger skolans bibliotek och aula. Aulan har 372 sittplatser och där finns även ett sammanträdesrum (se figur 2.3). Utanför aulan finns en foajé med entré som även är anpassad för rullstolsbundna. Från foajén nås korridoren i vilken biblioteket ligger (se figur 2.4). Mitt emot biblioteket finns ett musikrum och ett klassrum. I korridoren finns bokhyllor med tidningar.



Figur 2.2 Atriet i huvuddelen.



Figur 2.3 Aulan som ligger i annexet.



Figur 2.4 Biblioteket i annexet.

2.3 Ventilation

Totalt finns fem ventilationscentraler (LA1-LA5) som betjänar olika delar av byggnaden (se bilaga 2). För fritidsgårdens lokaler finns endast en enklare översiktsritning. Enligt den skall rökdetektorer finnas som stoppar aggregaten och aktiverar brandgasspjäll.

Aulan servas av en central (LA1) som ligger i källaren under scenen. I detta system finns inte några rökdetektorer eller spjäll.

LA2, som ligger en trappa upp mellan hallen och aulan, servar foajén, elevrådet och toaletterna utanför aulan samt klassrummen i annexet. Rökdetektorer är placerade i både tilluftskanalen och frånluftskanalen där de passerar hallen. Om detektorerna larmar kommer till- och frånluften stoppas och två spjäll för evakuering öppnas.

En tredje central (LA3) betjänar biblioteket och är placerad i ett rum i ytterkanten av biblioteksbyggnaden. I detta system finns inga rökdetektorer eller spjäll.

LA 4 betjänar en del av bottenplan i huvudbyggnaden där bland annat administration och lunchrum ligger. Inte heller i detta system finns några rökdetektorer eller brandgasspjäll. LA4 är förbundet med de stora ventilationstrummorna som passerar genom atriet.

Den sista centralen (LA5) ligger i huvudbyggnadens källare och styr ventilationen i nästan hela huvudbyggnaden (undantaget den del som LA4 betjänar). Uteluftsaggregatet sitter på taket och luften tas ner genom en stor trumma i atriet till källaren. Tilluften delas sedan på två system som servar varsin sida av atriet. Frånluften går från rummen ner till källaren och transporteras sedan upp genom atriet igen för att släppas ut på taket. Rökrummet (numera kopieringsrum) och laborationssalarna har egna frånluftskanaler som går direkt upp till taket. Centralen betjänar flera brandceller. I källaren sitter rökdetektorer i både tilluftskanalen och frånluftskanalen. Om detektorn i tilluftskanalen indikerar brandgas så kommer fläktmotorn att kopplas ur och två spjäll kommer öppnas på taket för att evakuera ut brandgaserna. Om detektorn i frånluftskanalen indikerar brandgaser kommer tre spjäll öppnas för evakuering. Det sitter också rökdetektorer i tillufts- och frånluftskanalerna uppe vid taket. Om någon av dessa indikerar brandgaser kommer alla spjäll öppnas för brandgasevakuering.

Ingen spridningsrisk föreligger när det gäller systemen som styrs av LA1 (aulan) och LA3 (biblioteket) eftersom dessa endast betjänar sina respektive lokaler.

LA4 och LA5 är sammanlänkade genom ventilationskanaler i källaren men ingen spridningsrisk mellan systemen föreligger eftersom fläktarna stängs av när detektorerna larmar. LA2 passerar en brandcellsgräns mellan klassrummen i annexet och hallen utanför aulan. Det finns inga spjäll i brandcellsgränsen, dock finns spjäll i foajén som öppnas då detektorerna larmar.

Tabell 2.1 Översikt av ventilationssystem

| Ventilationsaggregat | Lokal |
|----------------------|---|
| LA1 | Aula, projektorrum, utrymmen under scenen mm. |
| LA2 | Foajé utanför aulan, elevrådslokal samt klassrum i annexet |
| LA3 | Biblioteket |
| LA4 | Administrationslokaler och lunchrum i huvudbyggnadens bottenplan. |
| LA5 | Resterande delar av huvudbyggnaden |

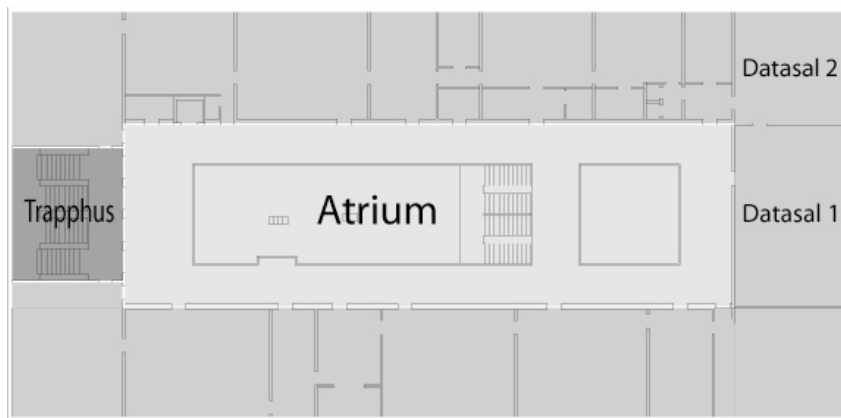
2.4 Brandtekniska system

2.4.1 Passiva system

Ett passivt system är ett system som alltid är aktivt och existerande vare sig det brinner eller inte. Ett passivt system är oftast byggnadstekniskt och består av material som försvårar brandspridning över brandcellsgränserna.

Det passiva systemet består främst av brandcellsindelningen. Huvuddelen är indelad i tre brandceller, atriet, klassrummen och det avskilda trapphuset (se figur 2.5).

Brandcellsgränserna är klassade i EI-60 i enlighet med BBR 5:6 för en Br1 byggnad med en brandbelastning som är lägre än 200 MJ/m^2 . Detta värde får tillämpas på skolor utan analytiska beräkningar. Likaså överensstämmer dörrarna som är klassade i EI-30 med BBR 5:6. Ett fåtal brandcellsavskiljande dörrar är utrustade med mekaniska dörrstängare. Fönsterpartier i brandcellsgränser är klassade i E-30.

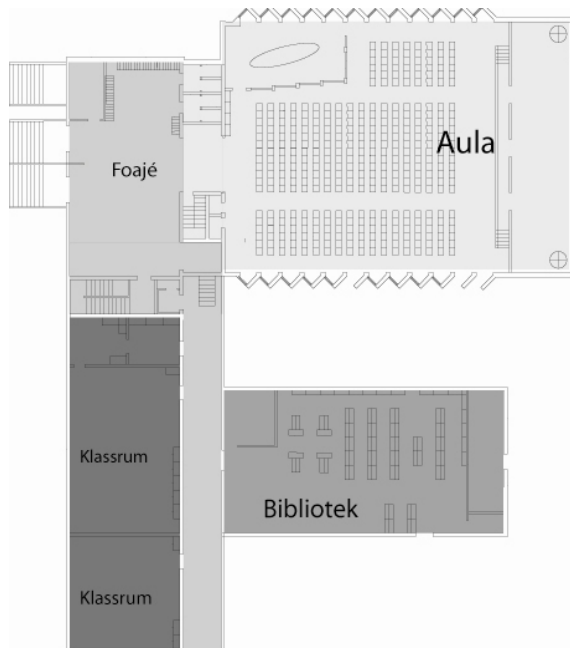


Figur 2.5 Brandcellsindelningen i huvuddelens plan 3.

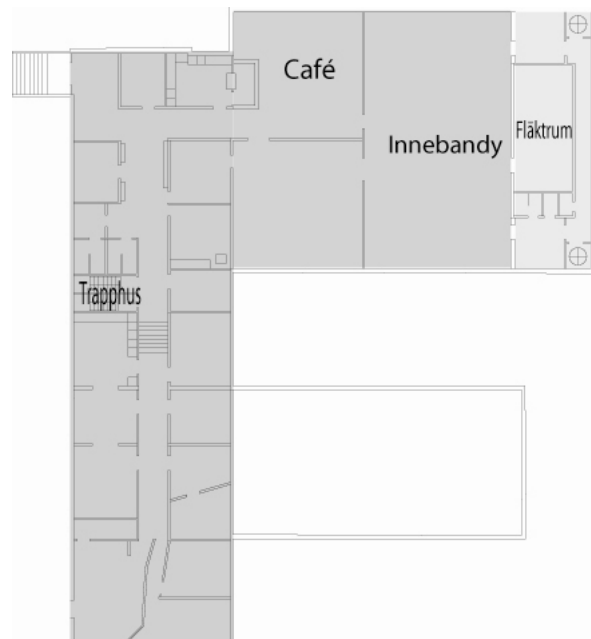
Annexet är indelat i fyra brandceller (se Figur 2.6-7):

- aulan tillsammans med underliggande fläktrum, datorrum och fotolabb
- biblioteket
- trapphuset med korridor, foajé och källarplan
- klassrum i markplan.

Brandcellsgränserna är klassade som i huvuddelen.



Figur 2.6 Brandcellsindelningen i annexets markplan.



Figur 2.7 Brandcellsindelningen i annexets källarplan.

2.4.2 Aktiva system

Ett aktivt system måste aktiveras vid brand för att på olika sätt begränsa eventuella skador. Det finns olika typer av aktiva system. Brandlarm indelas i utrymningslarm och automatiskt brandlarm, dessa larmar respektive detekterar. Andra fasta system, t ex sprinklersystem, släcker och begränsar en brand.



Figur 2.8 I musikrummen är utrymningslarmet förstärkt med en blixtljus.

Skolan har ett automatiskt brandlarm som är direktkopplat till SOS-alarm och utlöser utrymningslarmet. Utrymningslarmet finns placerat i atriet i huvudbyggnaden, samt i annexets korridorer och foajé (se bilaga 3). Samtliga musikutrymmen är utrustade med utrymningslarm och blixtljus (se figur 2.8). Centralapparaten som styr dessa funktioner finns i huvuddelens entré.

2.4.3 Övrigt brandskydd

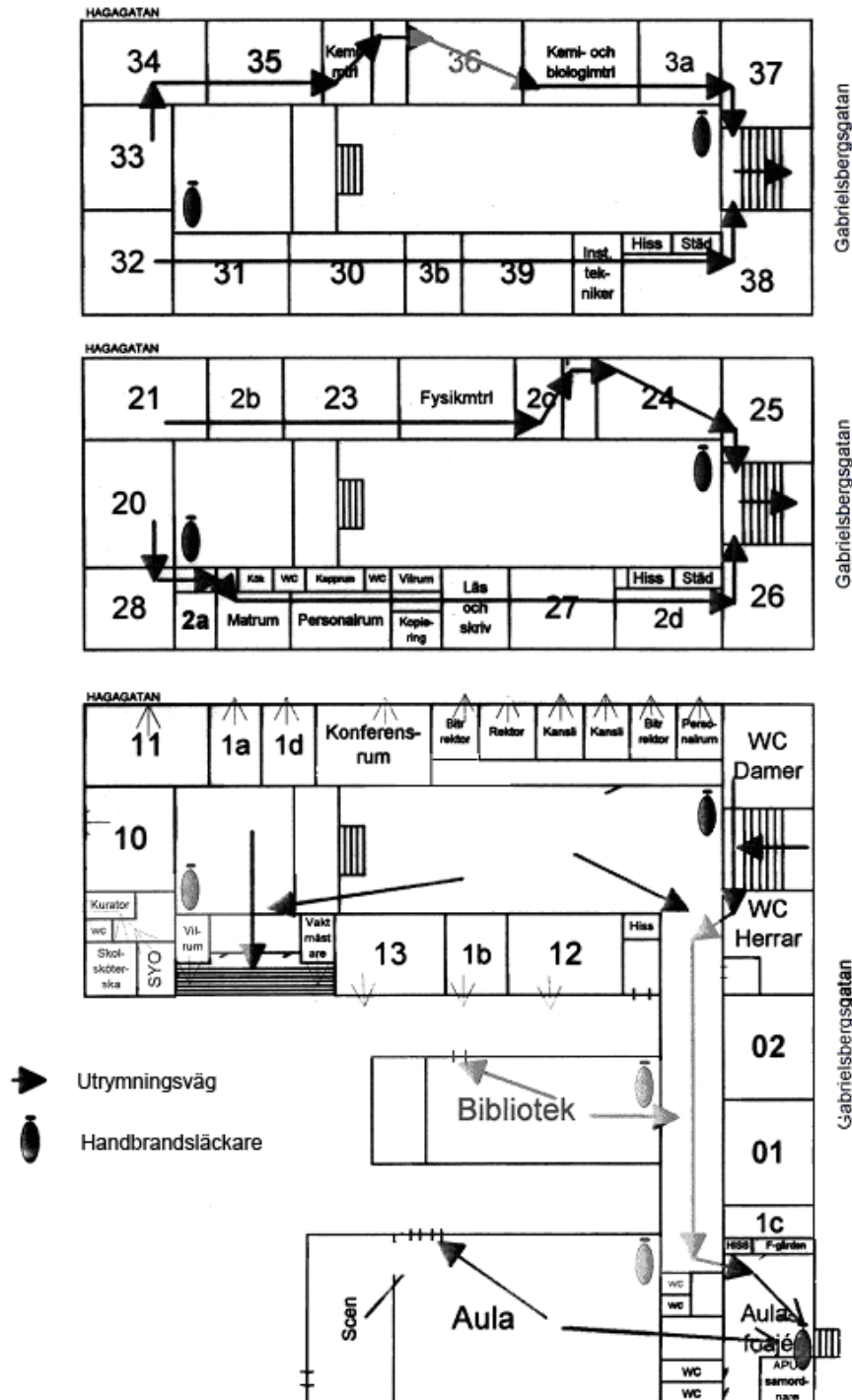
I atriet finns brandgasluckor och rökdetektorer. Brandgasluckorna öppnas manuellt i huvuddelens plan 2. Inga kontroller av brandgasluckorna skedde under besöket. Släckutrustning finns inom godkända avstånd från varandra enligt BBR 5.93 (se figur 2.9-2.10). Inomhusbrandpost finns i aulan på en av scenens kortsidor.

2.5 Utrymningsvägar

2.5.1 Huvuddelen

Från huvuddelen sker utrymningen antingen via atriet eller genom klassrummen bort till det avskilda trapphuset och vidare till annexet (se figur 2.9). Från rum på bottenplan kan fönsterutrymning ske.

I huvuddelen finns skyltar i ett flertal av klassrummen. De skyltar som finns är placerade enligt BBR 5:351 och efterlysande. Utrymningsskylten som hänvisar till utrymning via annexet är genomlyst.



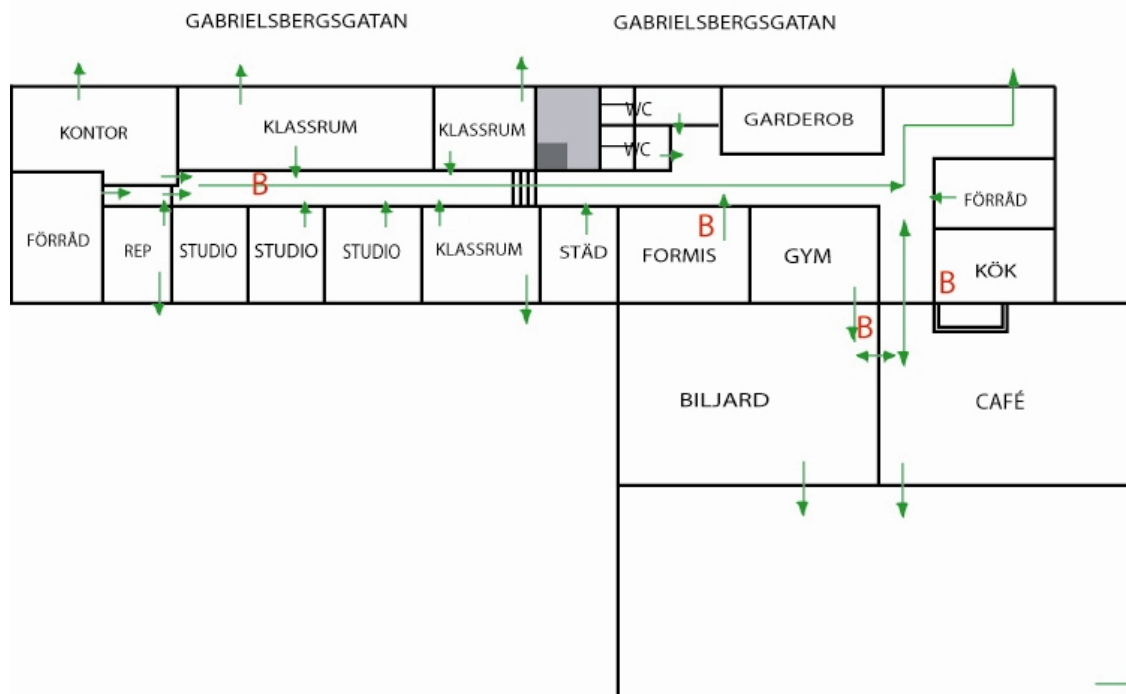
Figur 2.9 Utrymningsplan för plan 2-4 i huvuddelen samt annexets markplan

2.5.2 Annexet

I biblioteket finns två utrymningsvägar, en direkt till det fria och en till korridoren utanför (se figur 2.9). Lärosalarna mitt emot biblioteket har endast utrymningsvägar som går genom korridoren. Därifrån finns två alternativ, dels utrymning till det fria via foajén dels utrymning via atriét, som är en egen brandcell. Vid brand i korridor skall personerna stanna i den egna brandcellen och invänta assistans från räddningstjänsten då avståndet till mark utanför fönstren är för högt.

Aulan har tre av varandra oberoende utrymningsvägar (se figur 2.9). Den största är huvudentrén. På scenen finns en nödutgång som inte syns från åhörarplatserna. Dessutom finns två smala nödutgångar, vardera 0,70 m i bredd, intill scenens högra sida.

Utrymning från källarplan sker genom fritidsgårdens huvudentré, fönster i innebandyhallen eller genom fönster från ett par av fritidsrummen och lärosalarna (se figur 2.10). I korridorrens ände finns ett kontor med en dörr ut i det fria.



Figur 2.10 Utrymningsvägar i annexets källarplan

I annexet finns det utrymningsskyltar i de flesta utrymningsvägar. Nästan samtliga är genomlysta med några få undantag som är efterlysande.

2.6 Räddningstjänst

Brandförsvaret i Norrköping består av två stycken heltidsstationer, station centrum och station norr. Insatstiden till Hagagymnasiet är under tio minuter för station centrum och under fem minuter för station norr. Från station centrum kommer räddningstjänsten med 1+6 och från station norr 1+4.

Ett automatiskt brandlarm resulterar i att station norr larmas till skolan för en första insats. Vid en konstaterad brand sker utryckning från bägge stationerna.

3. Systematiskt brandskyddsarbete (SBA)

Hagagymnasiet arbetar efter den policy som Norrköpings kommun tagit fram ”Ingen ska drabbas av skada eller ohälsa till följd av arbetet”¹

Därför har Hagagymnasiet uppfört följande kontrollpunkter:

1. Ansvar och organisation
2. Utbildning
3. Instruktioner och rutiner
4. Rutin för brand och utrymning
5. Kontroll och underhåll
6. Uppföljning
7. Dokumentation av brandskyddet

I denna rapport ligger fokus på personsäkerheten, därför kommer bara Hagagymnasiets SBA gällande utrymning och utbildning att beaktas. Det har framkommit oklarheter angående vem som ska sköta underhållet av de fasta brandtekniska systemen. Skolan hävdar att det är Lokalförsörjningsenheten (LFE) och vice versa. Det råder oklarheter hur delar av brandskyddet fungerar, t ex visste en av utrymningsledarna inte hur brandgasventilationen öppnades vid besöket.

Skolan satsar på olika typer utbildning för personalen. Målet är att 90 % av personalstyrkan skall ha gått en brandskyddsutbildning innan jul. All nyanställd personal informeras om brandskyddet vid anställning. Alla anställda och elever ska ha sådan kunskap att de kan medverka till att förebygga brand, rädda liv och utrymma byggnaden snabbt vid nödsituationer.

För att förebygga brand är all rökning inom skolområdet förbjuden. Tillfälliga hyresgäster av t ex aula informeras om brandskyddet och måste skriva under en checklista. Vid uppkomst av brand har skolan en handlingsplan och en plan för utrymning. Skolan har relativt nyligen börjat bygga upp sitt SBA och alla rutiner är därför ännu inte inarbetade i organisationen.

¹ Hagagymnasiets SBA

4. Teori

4.1 Kritiska förhållanden

I detta arbete tas framför allt hänsyn till personsäkerheten. Det är därför viktigt att ha riktlinjer att gå efter vid bestämning av utrymningsmöjligheterna. Dessa riktlinjer innefattar det tidsförlopp till dess att *kritiska förhållanden* skapas.

Kritiska förhållanden skapas när utrymning inte längre kan genomföras tillfredställande. För att säker utrymning skall kunna ske är de kritiska förhållanden bra riktvärden även om dessa inte behöver innebära allvarliga personskador. Tiden för utrymning ska därför begränsas till dess att kritiska förhållanden inträffar.

Enligt Brandskyddshandboken² ska dessa parametrar vara uppfyllda för att kritiska förhållanden inte ska uppstå:

| | |
|-----------------------------|--|
| Temperatur | Temperaturen där människor vistas får inte överstiga 80°C. |
| Brandgaslagrets höjd | Brandgaslagrets höjd är över $1,6 + 0,1 \times H$, där H är rumshöjden. |
| Strålning | Strålningsintensiteten överstiger inte $2,5 \text{ kW/m}^2$, eller en sammanlagd strålningsenergi på 60 kJ/m^2 (utöver energin från en strålning på 1 kW/m^2). |
| Sikt | Siktbarheten i brandrummet överstiger 5 m och i utrymningsvägarna 10 m. |
| Toxicitet | Toxiciteten för CO och CO ₂ är inte för hög samt att det finns erforderlig mängd syre. Gränsvärdena ligger på: CO < 2000 ppm CO ₂ < 5 % O ₂ > 15 % |

4.2 Utrymningsmoment

Utrymningstiden delas upp i tre delmoment; varseblivningstid, besluts- och reaktionstid samt förflyttningstid³.

Varseblivningstiden är tiden från det att branden har startat till dess att personen i fråga upptäcker att något inte är som det ska vara. Denna tid kan förkortas med t ex ett utrymningslarm.

Besluts- och reaktionstiden benämner den extra tid som en person behöver för att fatta ett beslut om vart man ska utrymma utan att man närmar sig någon utrymningsväg. Det är ofta detta delmoment som tar längst tid under utrymningen och det är därför viktig att begränsa. Detta kan t ex göras med ett talande utrymningslarm, välmarkerade nödutgångar samt att personal på plats är utbildade för att leda en snabb utrymning.

² Brandskyddshandboken, s. 183

³ Utrymningsdimensionering, s. 40

Det sista momentet, *förflyttningstiden* är den tid det tar för personen att gå ut ur byggnaden till en säker plats.

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

$t_{\text{utrymning}} < t_{\text{kritisk}}$ för att acceptabla utrymningskriterier ska råda.

4.3 Datorprogram

Flera olika program har använts för att simulera utrymning och brandförlopp för de olika scenarierna.

4.3.1 CFAST och Argos

För simulering av brandförloppet har Argos och CFAST används. Programmen bygger på en tvåzonsmodell. Rummet delas upp i två volymer, en varm övre volym och en kall undre volym. För att sedan simulera ett brandförlopp beräknas ekvationer för massa och energi vid varje tidssteg.

Förenklningar och antaganden som finns i båda programmens källkod är t ex⁴

- Alla transporttider försummas och därigenom fås en fullt utvecklad brandplym momentant.
- Brandgaslagrets höjd antas vara densamma i hela rummet.
- Alla gaser oberoende av dess temperatur behandlas som ideala gaser.
- Temperaturen i lagren antas vara en medeltemperatur.
- Trycket antas vara konstant i rummet.

Argos och CFAST har även lite olika förutsättningar när det gäller möjligheten att återskapa objektets lokaler. Detta har inneburit att vissa simuleringar bara varit möjliga att genomföra med ett visst program. T ex har Argos begränsningarna att det inte är möjligt att bygga rum på höjden och antalet rum kan inte överstiga fem. Fördelen med Argos är dock att användargränssnittet presenteras på ett fördelaktigt sätt.

4.3.2 Simulex

Simulex simulerar förflyttningstiden i en eller flera lokaler i en byggnad. Det finns även möjlighet att ta hänsyn till uppskattad besluts- och reaktionstid. Vid användning av Simulex måste minst en avståndskarta beräknas. Dessa gör det möjligt att individer väljer den närmaste definierade utgången vid simulering.

Programmet tar hänsyn till persontätheten genom att personernas hastighet minskar med ökad persontäthet. Detta kan ge realistiska kösimuleringar vid utgångar och smala passager. Programmet klarar även av komplexa scenarier då handberäkningar är bristfälliga.

Vid användning av programmet måste det beaktas att det inte tas någon hänsyn till psykologiska aspekter. Det resulterar i att personerna tar den kortaste utrymningsvägen trots att de i verkliga fall oftast tar vägen de kom in ifrån och är bekant med. Dessutom tas ingen hänsyn till gruppsykologin, vilket leder till att en person kan gå åt ett helt annat håll än övriga

⁴ Gojkovic, D. och Husted B.

gruppen. Det finns dock möjlighet att ställa in vilken utgång respektive person/grupp ska använda för att göra scenarierna mer realistiska⁵.

4.4 Skolindex

Brandskyddsindex (BSI) har tagits fram för att objektsansvariga skall kunna värdera säkerheten på sina objekt och verksamheter⁶. BSI anges i en femgradig skala där fem betyder att verksamheten väl uppfyller målsättningen med sitt brandskydd.

Riskanalysmetoden bygger på så kallad multiattributteknik som kan väga samman olika former av egenskaper till en helhet. Detta lämpar sig väl på brandskydd som är uppbyggt av ett tjugotal olika komponenter som t ex brandcellsindelning och systematiskt brandskyddsarbete. Komponenterna beskrivs först i sin kvantitativa skala för att sedan översättas till en sifferskala (0 till 5). Det är viktigt att beakta att komponenterna har olika betydelse för brandskyddet, därför ansätts olika vikter innan Brandskyddsindex räknas fram. Vikterna har bestämts av en referensgrupp, t ex väger personalens utbildning tyngre än om nödljus finns eller ej.

Skolindex är en metod bland flera som används för att få en övergripande syn på riskbilden.

⁵ Nilsson, D.

⁶ Brandskyddsvärdering-brandskyddsindex för skola och danslokal

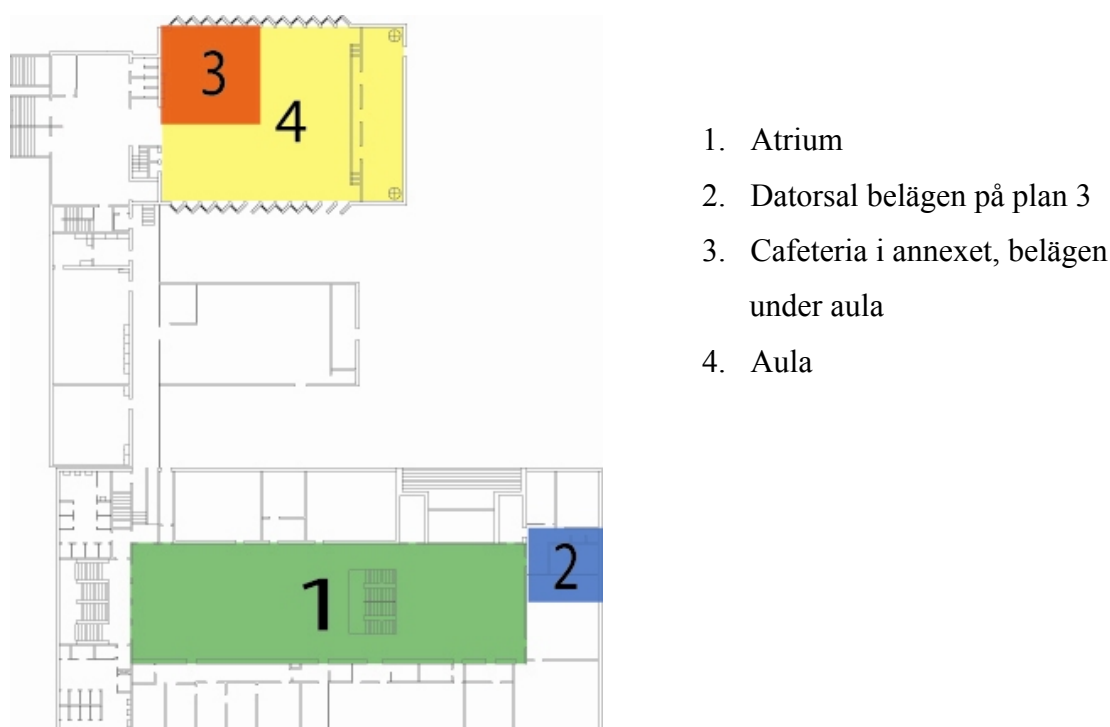
5. Val av scenario

Vid arbetet för att fastställa scenarier för vidare analys genomförs en totalinventering av Hagagymnasiets huvuddel och annex. Gruppen samlas och tillsammans med handledaren diskuterar ett stort antal mer eller mindre troliga scenarier. För att minska risken för att något viktigt skeende förbises lyfts alla möjligheter fram, för att sedan vägas mot varandra med kriterierna sannolikhet och konsekvens. Något som eliminerar många tilltänkta scenarier är att de skapar ungefär samma konsekvenser, t ex samma typ av försvårad utrymningen eller liknande risker gällande brandgasspridning till en viss lokal. För att inte simulerings- och analysbördan ska bli ohållbar väljs fyra scenarier som skiljer sig åt i läge, problemformulering samt konsekvens. Under inventeringen på objektet påträffades ett antal brister (se kapitel 11) som på olika sätt skulle kunna motivera att andra scenarier valdes. Dock genom att dessa brister lätt kan åtgärdas anses det bättre att prioritera de mer permanenta risksituationerna som kan uppstå vid objektet.

De scenarier som väljs för vidare granskning är

- Atrium
- Datorsal
- Cafeteria
- Aula

De valda scenarierna presenteras i egna kapitel. För tydligare motivering gällanden varje scenario hänvisas till respektive kapitel.



Figur 5.1 Översikt över valda scenarier

6. Scenario Atrium

6.1 Beskrivning

Atriet är en öppen volym som sammanbinder bottenplan med de två övre våningarna. På bottenplan som mäter 12×40 m² har vaktmästare, skolsystemer och rektorerna sina kontor. Runt atriet på de två övre våningsplanen går loftgångar som förbinder lektionssalarna med den stora volymen. Huvudentrén leder direkt in till atriet där det öppna trapphuset ligger beläget. På bottenplan vid entrén är en del av atriet inredd med soffor, några datorer, bokhyllor med tidskrifter mm. För övrigt är möblemanget sparsmakat och ansträngning har gjorts för att hålla nere brandbelastningen. Loftgångarnas möblering består bara av elevskåp i plåt efter innerväggarna. Atriets innerväggar består av tegel. På motsatt sida sett från huvudentrén finns det avskilda trapphuset som är avskilt från atriet med brandklassat glas på varje våningsplan.

I atriet finns 19 stycken rökdetektorer som alla är kopplade via centralapparaten vidare till Brandförsvaret i Norrköping. Sex stycken är placerade i taket av atriet, fem stycken vardera på loftgångstaken på plan 2 och 3, två i det avskilda trapphuset och den sista i huvudingången (se bilaga 3).

Utrymning i atriet sker på bottenplan genom huvudingången, korridor till annexet samt fönster i klassrum och kontor. På plan 3 och 4 sker utrymning genom klassrummen till det avskilda trapphuset och vidare genom korridoren till annexet (se figur 2.9). Trapphuset går också att nå via loftgångarna.



Figur 6.1 Bilder tagna från det avskilda trapphuset mot det öppna, centrala trapphuset.

6.2 Ventilation

I atriet är inte brandgasspridning i ventilationssystemet ett problem eftersom lokalens storlek gör det svårt att bygga upp ett tillräckligt högt tryck för att spridning genom tilluftskanalerna ska kunna ske (se bilaga 2).

6.3 Dimensionerande brand

På grund av osäkerheten gällande framtida användningsområden av lokalen och därigenom varierande brandbelastning ansätts en dimensionerande brand som ger konservativa värden med avseende på utrymnings säkerheten.

6.4 Motivering

Valet av scenario beror framför allt på de stora konsekvenser för utrymnings säkerhet som brand i atriet kan innebära. Majoriteten av all undervisning sker i rum anslutna till atriet. Vid en eventuell brand kommer det öppna, centrala trapphuset att göras obrukbart för utrymning och en försvårad utrymnings situation kan komma att uppstå.

Skolans utrymningsplan bygger på att vid brand i atriet skall personer på de övre våningsplanen förflytta sig från klassrum till klassrum, för att till slut nå det avskilda trapphuset. Detta kräver att brandcellerna mellan klassrum och atriet kan hållas intakta. Om kritiska förhållanden nås i atriet är sannolikheten stor att spridning till klassrum sker genom avsaknad av automatiska dörrstängare vid så väl dörrar mellan klassrum och atriet som klassrum och det avskilda trapphuset. Detta kan avsevärt försvåra en utrymning vid en brand.

Statistik från räddningsverket⁷ över skolor och allmänna byggnader visar att den största orsaken till brand är anlagda bränder. Detta gäller framför allt i skolor där siffran under åren 1997-2004 är ca 44 % av de totala bränderna. Statistik visar även att de flesta anlagda bränderna inträffar kring lunchtid (se bilaga 4). Under denna tid vistas många av eleverna i atriet och därigenom kan ett antagande göras att det finns en stor risk för anlagd brand i denna lokal.

6.5 Frågeställning

- Kommer kritiska förhållanden att uppkomma i atriet?
- Efter hur lång tid kommer branden att detekteras?
- Kommer säker utrymning kunna genomföras?

6.6 Metod

Handberäkningar av brandgaslagrets höjd och siktberäkningar utförs. Programvaran Simulex används för kvantitativ beräkning av utrymningstiderna. Simulering av brandförloppet genomförs i tvåzonsmodellen CFAST.

⁷ McIntyre, C och Räddningsverkets hemsida

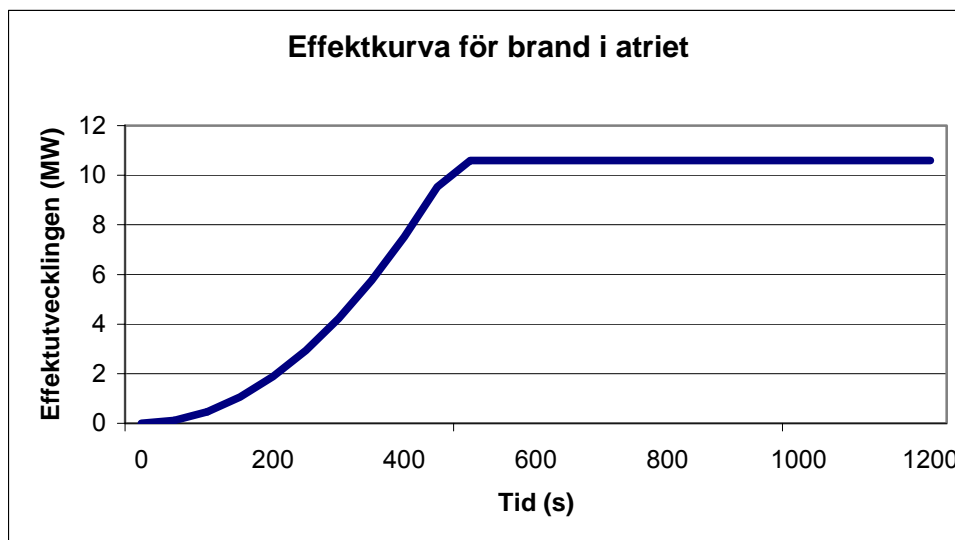
6.7 Brandförlopp

6.7.1 Effektkurvor

Vid simulering av brandförloppet i atriet har en dimensionerande brand använts. Atriets volym är så pass stor att små bränder, liknande brand i papperskorg, inte antas skapa kritiska förhållanden eller problem vid utrymning. Den dimensionerande branden har beräknats med antagandet att allt brännbart material vid entrén involveras i branden. Branden kommer att tillväxa enligt en αt^2 -kurva.

Olika källor har studerats för att se vilken tillväxthastighet som bäst beskriver en dimensionerad brand i atriet. Schleich J.B.⁸ förespråkar tillväxthastigheten medium och motiverar detta väl. Även Fire safety engineering in buildings⁹ rekommenderar medium. Karlsson, B & Quinteriere J.G.¹⁰ har däremot valt tillväxthastigheten fast i skolor och kontor. Då ett konservativt brandförlopp önskas görs avsteg från det väl dokumenterade materialet och tillväxthastigheten fast väljs (se bilaga 5).

Värden från ovanstående källor beskriver kontor, men dessa överensstämmer bra för skolor. För brand i atriet har den dimensionerade branden antagits uppstå i den delen av atriet nära huvudingången som innehåller datorer, bokhyllor, pappersinsamling, soffor med mera. Brandens effektutveckling beräknas till 10,5 MW (se bilaga 5).



Figur 6.2 Effektkurva för brand i atriet.

Valet av effektkurva i atriet är komplicerat. De olika referenserna skildrar väldigt skilda experiment och förlopp. Dessa är mer eller mindre väl beskrivna och effektkurvan måste därför skådas med kritiska ögon (se känslighetsanalys kapitel 10).

⁸ Natural fire safety concept

⁹ Fire safety engineering in buildings, s.41

¹⁰ Enclosure Fire Dynamics, s.43

6.7.2 Simulering av brandförlopp

6.7.2.1 Simulering av brand i atriet

Simuleringen av atriet har framförallt gjorts i CFAST. Detta då Argos har begränsningar med simuleringar av rum staplade på varandra och simuleringar av stora volymer.

Atriet är en komplicerad volym att rita upp, därför har vissa förenklingar gjorts (se bilaga 6).

Brandgasventilation sker genom manuellt öppningsbara fönster i atriets övre del. Vid studiebesöket framgick det stora oklarheter hur brandgasventilationen öppnas. Därför har två simuleringar körts. En då brandgasventilationen hålls stängd under hela förloppet och en då den öppnas tio minuter efter det att branden har brutit ut.

Handberäkningar av brandgaslagrets höjd har utförts med Yamana-Tanakas metod¹¹ (se bilaga 8).

Siktberäkningar har utförts för atriet för att se hur mycket brännbar massa som behövs för att skapa kritiska förhållanden (se bilaga 8). Med hjälp av denna massa kan effektutvecklingen bestämmas och med denna, tiden till dess att detektorn larmar. Rökdetektorerna antas larma vid en siktnedsättning på 2 % och då bränslet består av ett flertal olika material beräknas sikten med rökpoteentialen för PUR-skum.

6.7.2.2 Resultat av simulering

Atriumbranden skapar kritiska förhållanden för strålningsintensitet, sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd (se tabell 6.1). Brandgaslagrets höjd når redan efter ca 1,5 minut kritiska förhållanden (se bilaga 7) på den övre loftgången. En öppning av brandgasventilationen efter tio minuter kommer att minska höjden på brandgaslagret och ge en minskning av temperaturen.

Det kommer att skapas kritiska temperaturförhållanden i brandgaslagret, men inte förrän efter drygt 5,5 minuter. Temperaturen i det lägre lagret når 80°C efter ca 17 minuter. På grund av tvåzonsmodellen sker detta bara i atriet och på plan 2 då övriga plan är helt brandgasfyllda. Strålningsintensiteten når kritiska förhållanden strax efter nio minuter.

Tabell 6.1 Tid till kritiska förhållanden i minuter

| | Brandgaslagrets höjd | Brandgaslagrets temperatur | Nedre lagrets temperatur | Strålningsintensitet |
|--------|----------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|
| Plan 4 | 1,5 | 6 | inträffar inte | 15 |
| Plan 3 | 3 | 6 | inträffar inte | inträffar inte |
| Plan 2 | 5,5 | 6 | inträffar inte | inträffar inte |
| Atriet | 4 | 5,5 | 17 | 9 |

Brandgaslagrets höjd är den parameter som skapar kritiska förhållanden först. På grund av förenklingarna av lokalens geometri kommer värdena på plan 2 och i atriet skilja sig åt. Tiden till kritiska förhållanden bör vara samma oberoende av var man befinner sig på bottenplan, genom detta bör tiden sättas till fyra minuter även för plan 2. Samma resonemang råder för nedre lagrets temperatur.

¹¹ Enclosure Fire Dynamics, s.213

Yamana-Tanakas handberäkningar har stora begränsningar vid scenarier då brandgasventilationen är större än övriga öppningar. Därför kommer det inte att gå att beräkna ett brandgaslagrets höjd med dessa ekvationer då brandgasventilationen är öppen. Två simuleringar med brandgasventilationen har körts, en med stängd och en då den öppnas efter tio minuter. Vid beräkningarna antas en liten öppning på 0,5 m² vara öppen. Denna öppning ger att brandgaslagret kommer att stabilisera sig på 1,4 meters höjd. Beräkningen är väldigt osäker men visar att kritiska nivåer för brandgaslagrets höjd kan skapas för atriet.

Beräkningarna för sikten visar att massan PUR-skum som behövs är drygt 0,6 kg. 0,6 kg PUR-skum ger en energiutveckling på 14,4 MJ.

Effektutvecklingen i atriumbranden följer den konstruerade effektkurvan, med andra ord är branden bränslekontrollerad.

6.8 Detektion

För att beräkna detektionen antas helt omblandade förhållanden råda, med andra ord ett avsteg från de simuleringar som körs i CFAST. Tidigare har massan och energiutvecklingen för PUR-skum räknats fram. Med hjälp av energiutvecklingen kan tiden för detektion beräknas till ca 45 sekunder (se bilaga 8).

6.9 Utrymning

6.9.1 Simulering

Vid simuleringen i Simulex har det antagits att vid utrymning kommer alla att följa den utrymningsplan skolan har. Med andra ord kommer utrymningen att ske genom klassrummen till trapphuset och sedan vidare till annexet. Vidare kommer ingen hänsyn tas till den tid det tar att utrymma vidare från annexet till det fria.

I simuleringarna tilldelas personerna en lägre gånghastighet än medelhastigheten på 1,3 m/s¹². Detta på grund av att deras gångväg med stor sannolikhet kommer att blockeras av diverse möblemang som inte finns med i ritningarna. En ny rimlig hastighet uppskattas till 1,1 m/s. Reaktionshastigheten uppskattas till ca en minut¹³.

¹² Utrymningsdimensionering, s. 44

¹³ Ibid., s. 42

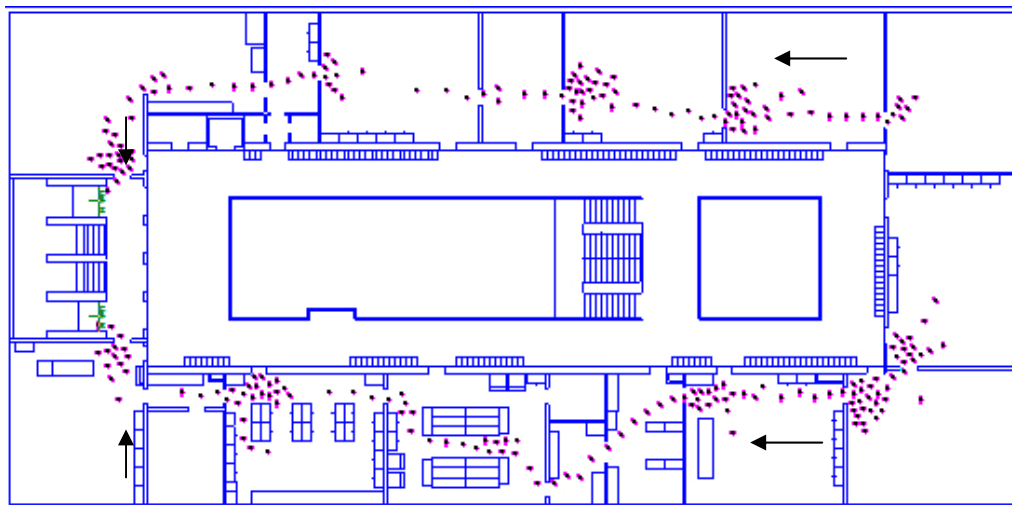
Fokus i simuleringarna läggs på den smala passage som är belägen mellan trapphuset och annexet. Om det bildas kraftig köbildning finns det risk att personer öppnar glasdörren till atriets för att snabbare komma in i annexet. För att kunna simulera denna köbildning har utgången placerats en bit in i annexet.

Två olika simuleringar utförs där skillnaden ligger i den smala passagens dörrbredd. Detta motiveras med att sidodörren inte gick att öppna vid studiebesöket. I det ena fallet är dörrbredden 0,9 m. Det är den bredden som dörren har om inte sidodörren kan öppnas. Det andra fallet är när sidodörren fungerar och det resulterar i en dörrbredd på 1,2 m.



Figur 6.3 Utrymningsvägen mellan annexet och trapphuset.

Simuleringarna utspelas under skoltid och antalet personer uppskattas till ca 420 st. Samtliga personer kommer att befinna sig på plan 3 och plan 4. Personer i anslutande klassrum och kontor i plan 2 anses kunna fönsterutrymma utan problem, varav ingen hänsyn till dessa kommer att tas. Samtliga personer på plan 3 och plan 4 utrymmer via klassrummen till det avskilda trapphuset (se figur 6.4).

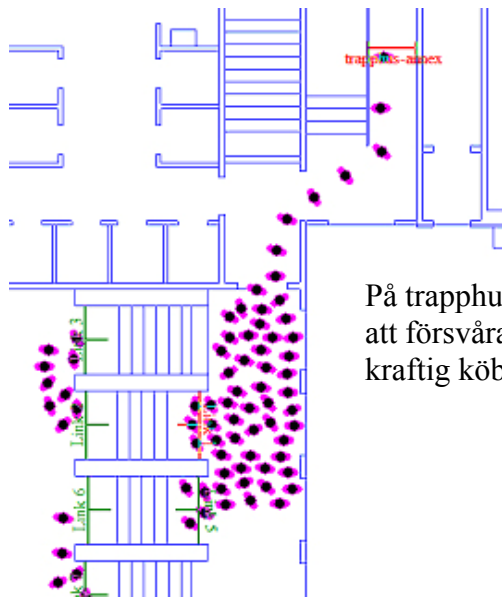


Figur 6.4 Utrymningsbilden i plan 4.

6.9.2 Resultat

Fall 1 – Dörren har bredden 0,9 m

$$t_{\text{reaktion\&beslut}} + t_{\text{förflyttning}} \approx 9 \text{ min } 20 \text{ sek}$$



På trapphusets bottenplan kommer framkomligheten att försvåras (se figur 6.5). Efter 4 min 30 sek är det kraftig köbildning även i trapphusets halvplan.

Figur 6.5 Köbildning i trapphusets bottenplan med dörrbredden 0,9 m efter ca 3 min och 40 sek.

Fall 2 – Dörren har bredden 1,2 m

$$t_{\text{reaktion\&beslut}} + t_{\text{förflyttning}} \approx 8 \text{ min } 40 \text{ sek}$$

Varseblivningstiden är densamma som detektionstiden, det vill säga ca 45 sekunder.

6.10 Diskussion och slutsats

En 10,5 MW brand med tillväxthastigheten fast är framtagen att uppstå nära huvudingången. Denna placering omöjliggör utrymning genom huvudingången. Vid simuleringar i CFAST har det framkommit att kritiska förhållanden kommer att uppstå i atriet redan efter 1,5 minuter. På grund av det snabba förloppet är det viktigt att brandcellgränserna hålls intakta då det tar drygt nio minuter att utrymma huvuddelen. Öppnas dörrarna mellan klassrummen och atriet kan svåra utrymningssituationer uppstå genom brandgasspridning.

Atriet är utrustat med rökdetektorer som enligt beräkningar kommer att larma inom en minut vid en brand. Atriet är en stor volym där helt omblandade förhållande antas råda. I verkligheten kommer brandgaserna inte vara jämnt fördelade vilket borde ge en kortare detektionstid. Larmet är direktkopplat till räddningstjänst och ett utrymningslarm kopplas på.

Olika brandförlopp simuleras. Dels simuleras det då tillväxthastigheten ändras till medium och dels då effektutvecklingen halveras. En tillväxthastighet av medium kommer att leda till kritiska förhållanden av brandgaslagrets höjd efter drygt två minuter (se bilaga 7). En halvering av effektutveckling kommer inte leda till några skillnader av den kritiska höjden på brandgaslagret då denna maximala effekt inte nås förrän efter strax efter fem minuter.

Kritiska förhållanden kommer att uppstå i atriet. Simuleringar i Simulex visar på att utrymning kommer att ta drygt nio minuter. Simuleringen visar att så länge brandcellsgränserna hålls intakta kommer utrymningen att ske säkert. En eventuell brand kommer att detekteras inom en minut.

Hagagymnasiet genomförde 28:e november en utrymningsövning med ett lyckat resultat (se bilaga 11).

7. Scenario Datorsal

7.1 Beskrivning

Datorsalen är placerad på plan 3 i huvuddelen. Förbindelser via dörrar finns ut till atriumloftet samt en mindre datorsal. Rummet mäter $11 \times 7 \text{ m}^2$ samt är 2,6 meter högt exklusive utrymme över innertak. I rummet finns 32 arbetsplatser som vardera består av en dator, en stoppad kontorsstol samt en liten bordsyta i trä. Genom det begränsade utrymmet är arbetsplatserna relativt tätt placerade. Utöver det finns en ordentlig pappersinsamling, bokhyllor och gardiner. Den borte väggen består framför allt av fönster, dessa kan ej användas som utrymningsväg på grund av den höga höjden över mark. För att branden skall detekteras av det automatiska brandlarmet måste brandgaserna spridas till atriet där den närmaste rökdetektorn är placerad (se bilaga 3). Utrymningsplanen för lokalen bygger på utrymning via klassrummen till det avskilda trapphuset eller vid brand i lektionssal till atriet.



Figur 7.1 Ritning över huvuddelen med markerade utrymningsvägar från datorsal 1 och 2.

7.2 Ventilation

När ventilationen är igång kommer brandgaserna gå in i frånluftssystemet. När brandgaserna når detektorn i källaren kommer frånluften stängas av och spjäll uppe på taken att öppnas. Tilluftsfläkten kommer att fortsätta gå och skapa övertryck i rummen vilket gör att brandgaserna inte kommer att spridas in i angränsande rum. Brandgaserna kommer att transporteras uppåt i frånluftskanalen och evakueras på taket. Om ett fönster står öppet i ett av rummen en våning ner skapas inget övertryck i detta rum. Risker finns då att brandgaserna istället går neråt i systemet och på så sätt sprider sig. Om det blir tillräckligt högt tryck i brandrummet kan brandgaserna också spridas till rummen ovanför via tilluftssystemet (se bilaga 2).

7.3 Dimensionerande brand

För lokalen har två möjliga bränder identifierats. Den ena är att brand uppkommer i en arbetsplats med tillhörande dator. Den andra dimensionerande branden i scenariet består av brand i pappersinsamlingen som sprider sig genom strålning till bokhyllan som står i närheten.

7.4 Motivering

Skolan har tre datorsalar som alla är belägna på plan 3. Två av dessa förbinds med en dörr. Fokus har lagts på den mellersta datorsalen av de tre då konsekvenserna gällande utrymning och brandförloppet kommer att vara värst i denna lokal.

Ett datorsalsscenario genomförs då det kan representera det värsta möjliga fallet för brand i klassrum. Datorsalen kan ses som ett standardklassrum innehållande material med hög brandbelastning, relativt stora brandrisker samt en hög persontäthet. Det vistas även många elever i datorsalen under håltimmar och lunchraster.

Genom att lokalen även nyttjas på raster trafikeras dörrarna mellan de olika datorsalarna samt till atriet flitigt. Detta innebär i praktiken att dessa ofta står uppställda, vilket de inte gör till andra klassrum. Därigenom fungerar inte brandcellsavgränsningen mellan atriet och lektionssalarna.

Statistik från räddningsverket över skolor och allmänna byggnader visar att den största orsaken till brand är anlagda bränder. Detta gäller framför allt i skolor där siffran under åren 1997-2004 är ca 44 % av de totala bränderna¹⁴. Statistik visar även att de flesta anlagda bränderna inträffar kring lunchtid (se bilaga 4). Under denna tid vistas många av eleverna i datorsalarna och därigenom kan ett antagande göras att det finns en stor risk för anlagd brand i dessa lokaler.

7.5 Frågeställning

- Kommer kritiska förhållanden att uppkomma och i sådant fall efter hur lång tid?
- Kommer säker utrymning att kunna genomföras?
- Kommer brand i datorsalen påverka andra lokaler i byggnaden i någon större omfattning?

7.6 Metod

Handberäkningar utförs för effektkurvan för brand i papperskorg. Programvaran Simulex och handberäkningar används för kvantitativ beräkning av utrymningstiderna. Simulering av brandförloppet utförs i tvåzonsmodellen Argos.

7.7 Brandförlopp

7.7.1 Effektkurvor

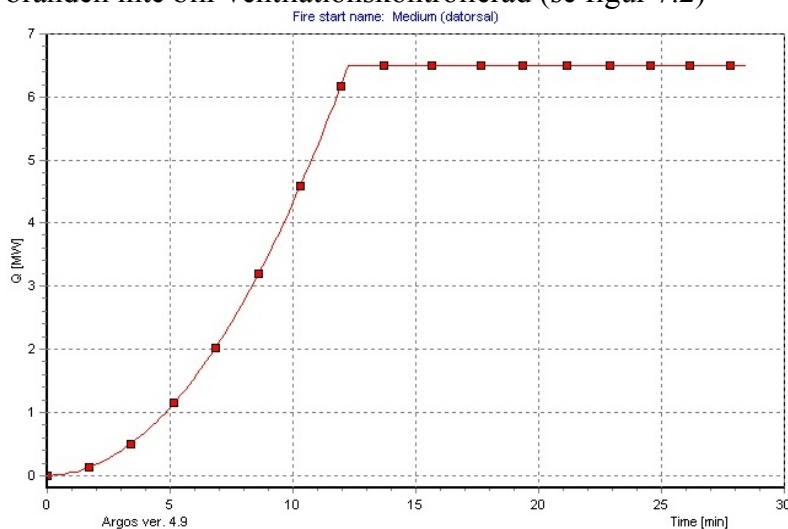
Vid simulering av brandförlopp i datorsalen har två olika möjliga bränder tagits fram. Brand vid dator där flera arbetsplatser involveras och brand i papperskorg som sprider sig till en närliggande bokhylla.

7.7.1.1 Datorbrand

¹⁴ McIntyre, C. och Räddningsverkets hemsida

Efter att all samlad data har studerats har en α^2 -kurva med hastigheten medium valts (se bilaga 5). Detta på grund av Schleich J.Bs rekommendation för brand i skola ur NFSC¹⁵, samt försöket med ”two panel workstation” från NIST¹⁶ väl överrensstämmer med vald dimensionerande brand. Beslutet av att välja Schleichs dimensionerade värde framför Karlsson B. & Quintieres J.G beror främst på att detta värde är bäst redovisat och motiverat i referenslitteratur.

Ett maximalt värde för effektutvecklingen beräknas. Fire safety engineering in buildings¹⁷ ger ett riktvärde för en maximal effektutveckling på ca 250 kW/m². För brandrummet skulle detta innebära en effektutveckling på ca 19 MW. En maximal effektutveckling på 19 MW är orimligt för en rumsbrand även om fri tillgång till syre antas. Genom att göra antagandet att branden som mest kan involvera en tredjedel av det totala brännbara materialet då den brännbara massan är begränsad erhålls en maximal effektutveckling på ca 6,5 MW om branden inte blir ventilationskontrollerad (se figur 7.2)



Figur 7.2. Effektkurva för brand i datorarbetsplats.

Valet av effektkurva till datorbranden är komplicerat. De olika referenserna skildrar väldigt olika experiment och förlopp. Dessa är mer eller mindre väl beskrivna. Då informationen är relativt oklar måste effektkurvan skådas med kritiska ögon eftersom denna är en viktig del i det totala brandförloppet och är beroende av flera olika variabler (se känslighetsanalys kapitlet 10).

7.7.1.2 Brand i pappersinsamling

Effekten på utrymningsmöjligheterna beroende av pappersinsamlingen placering kommer att undersökas. Genom att arbeta fram en effektkurva som speglar en specifik brand med start- och spridningsförlopp önskas pappersinsamlingens inverkan på scenariot utredas.

Effektkurvan för brand i pappersinsamling och dess spridning till bokhylla bygger helt på Särqvist S.¹⁸ försök Y3.4/21 och Y3.3/14 (se bilaga 5). Kurvorna har valts för god överrensstämmelse med scenariets utformning. Dessa försök visar tre säckar med

¹⁵ Natural fire safety concept

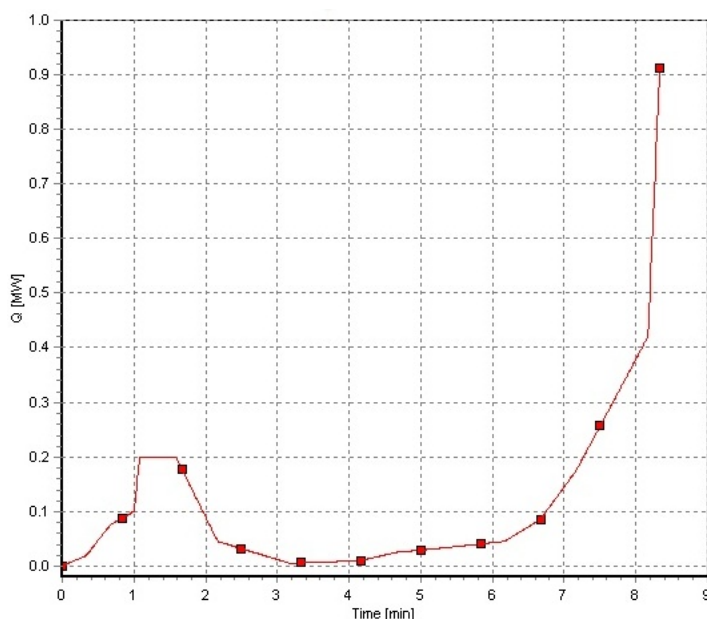
¹⁶ National Institute of Standards and Technology, hemsida

¹⁷ Fire safety engineering in buildings, s.41

¹⁸ Intial Fires

pappersskräp med en sammanlagd massa på 3,51 kg. Uppskattning har gjorts av pappersinsamlingen på Hagagymnasiet och en överrensstämmelse bör vara god. Handberäkningar har genomförts för att beräkna spridningen genom strålning (se bilaga 8). Förloppet som visar brand i den närbelägna bokhyllan har antagits att följa försök Y3.3/14. Konstruerad effektkurva visas i figur 7.3.

Handberäkningar visar att strålningen efter 1,5 minuter har blivit stor nog att antända bokhyllan (se bilaga 8). Brand i bokhyllan inträffar alltså ungefär samtidigt som branden i pappersinsamlingen börjar avta. Åtta minuter in i brandförloppet fås en kraftig effektökning i brandrummet genom att hela bokhyllan blir involverad i branden. I och med detta kommer spridning till andra föremål att ske. Ur personsäkerhetssynpunkt är dock inte utvecklingen av rumsbranden längre intressant genom den långa tid som har förflutit (se avsnittet om utrymning 7.9).



Figur 7.3 Effektkurva för brand i papperskorg och bokhylla.

7.7.2 Simulering av brandförloppet

7.7.2.1 Simulering av brand i datorarbetsplats

Branden i datorarbetsplatsen simuleras med Argos. Simuleringen av scenariot involverar datorsal 1 och 2 med dörren öppen mellan rummen samt dörren öppen till atriet. En stor del av den borte vägg i datorsal 1 är täckt av fönster. En första simulering genomförs för att beräkna tid till det att fönstren spricker. Vid 350°C¹⁹ antas fönster gå sönder (se bilaga 6).

7.7.2.2 Simulering av brand i pappersinsamling

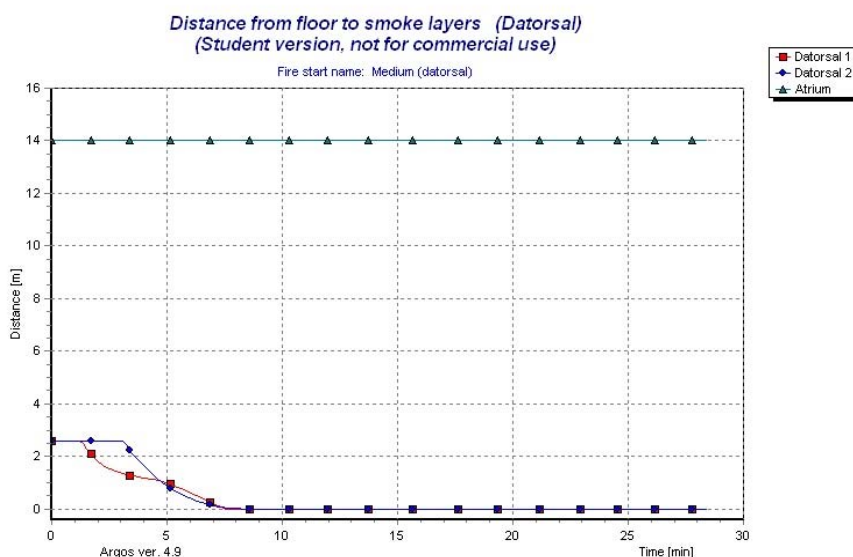
Branden i papperskorgen simuleras med Argos. Vid simulering undersöks framför allt om pappersinsamlingens placering försvårar utrymning.

¹⁹ Gojkovic, D.

7.7.2.3 Resultat av brandförlopp med brand i datorarbetsplats

Tid till att temperaturen i brandrummet blir 350°C beräknas till ca 8,5 minuter (se bilaga 6). Detta används sedan till att simulera brand i en arbetsplats där brandrummets fönster går sönder och därigenom förändrar brandförloppet. Den extra syretillförseln genom fönstren medverkar till att branden inte blir ventilationskontrollerad och brinner därmed med en konstant effektutveckling på 6,5 MW. Beräkningar avseende hur stor brännbar massa som finns per kvadratmeter och därigenom hur länge effektutvecklingen på 6,5 MW kan fortgå har inte utförts. Antagande görs att branden i alla fall kan brinna tills utrymning av hela byggnadsdelen är genomförd. Orsaken till detta är att förenklingen ger konservativa förhållanden gällande personsäkerheten.

Kritiska förhållanden när det gäller brandgaslagrets höjd samt temperatur i brandrummet inträffar efter ca 2-3 minuter. Tid till kritisk strålning dröjer betydligt längre. I datorsal 2 som ligger i anslutning till brandrummet kommer kritiska förhållanden dröja ytterligare någon minut och utrymning behöver inte ske genom datorsal 1.



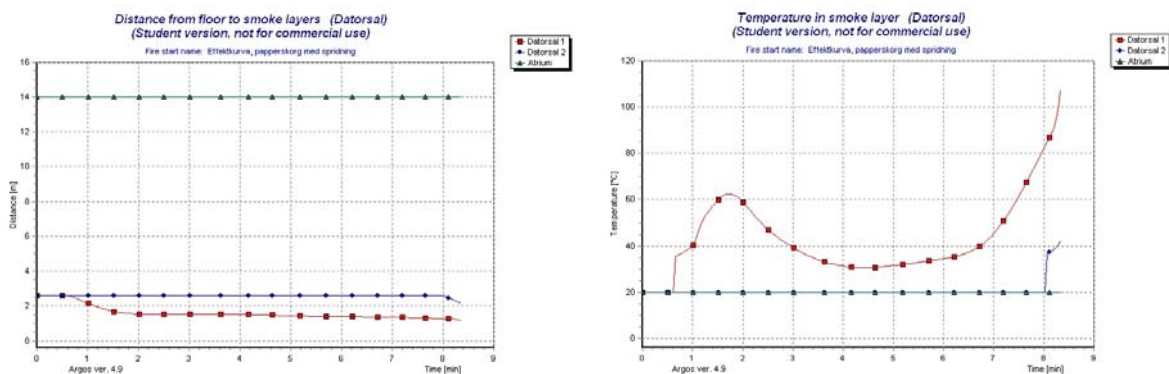
Figur 7.4 Brandgaslagrets höjd vid brand i datorarbetsplats.

Då dörren mellan datorsal och atriet är öppen under hela simuleringen sker en transport av brandgaser ut i den stora volymen. Resultaten från tvåzonsmodellen visar inte på någon förhöjd temperatur eller bildning av brandgaslager i atriet (se figur B 7.8 och B 7.7 i bilaga 7). För att fastställa huruvida några kritiska förhållanden uppkommer genomförs handberäkningar på siktförhållanden och resultatet jämförs med utdata från Argos (figur B 7.10). På grund av den låga temperaturen antas väl omblandande förhållanden råda. Resultatet från handberäkningen visar att kritiska förhållanden i atriet kommer att uppstå när brandgaser från mindre än 2 kg förbränt material transporteras från brandrummet till den stora volymen (se bilaga 8). I och med den lilla mängd material som behöver förbrännas antas resultatet från Argos vara giltigt och kritiska förhållanden i atriet uppkommer efter ca sju minuter.

7.7.2.4 Resultat av brandförlopp med brand i pappersinsamling

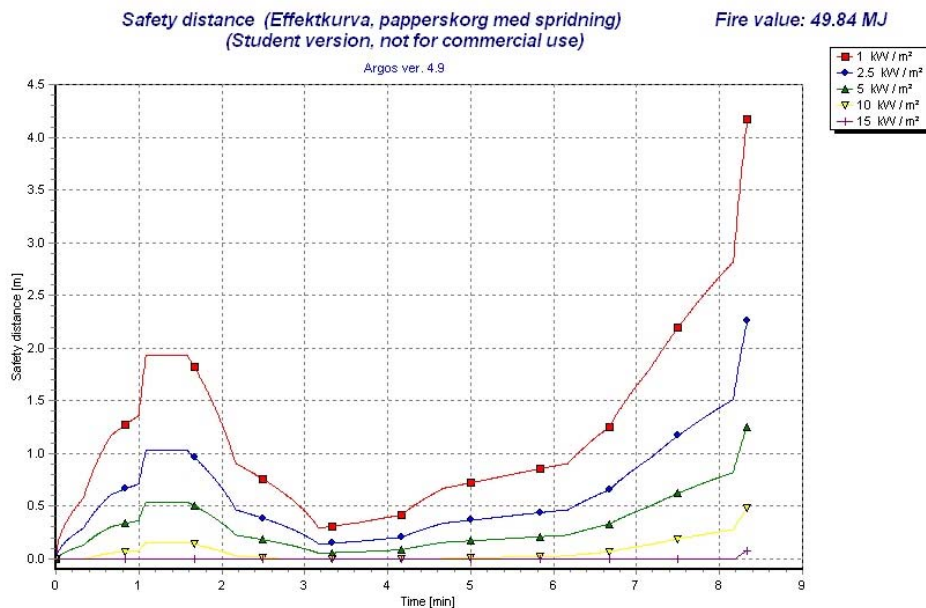
Den mest konservativa simuleringen innebär att alla öppningar förutom dörrarna mellan de tre rummen, datorsal 1, 2 och atriets är stängda. Detta då branden under de första 7-8 minuterna fortfarande är bränslekontrollerad och ytterliggare öppningar innebär sänkt temperatur i brandrummet på grund av inblandning av kalla luftvolymmer.

Kritiska förhållanden för utrymningen uppstår som tidigast efter ca 1,5 minuter genom brandgaslagrets höjd (se bilaga 7). Som figur 7.5 visar, stabiliseras höjden i brandrummet på ca 1,6 meters höjd efter ca två minuter för att sedan liknas vid stationära förhållanden. Kriteriet för kritiska förhållanden beroende på brandgaslagrets höjd blir i lokalen nästan 1,9 meter över golvet. Temperaturen på brandgaslagret är dock måttlig med ett maxvärde på ca 60°C under de första 7,5 minuterna. Brandgaslagrets snabba sänkning de första minuterna medför ett krav som verkar orealistiskt i förhållande till de verkliga förhållandena i lokalen. Därigenom antas att avsteg från kriteriet för brandgaslagrets höjd kan göras och tiden till dess att säker utrymning skall vara genomförd förlängs. Ett mer realistiskt värde för den kritiska utrymningstiden bör vara baserat på när temperaturen överskrider 80°C i brandrummet (efter ca åtta minuter). Den låga temperaturen på brandgaslagret innebär att strålningen inte kommer att nå 2,5 kW/m² inom överskådlig tid.



Figur 7.5 Grafer över kritiska förhållanden för brandgaslagrets höjd och temperaturen i brandgaslagret. För tydligare grafer se bilaga 7.

Brandkällans placering var en del av motiveringen för att göra en analys av scenariot. Genererade strålningsnivåer direkt från brand i pappersinsamlingen visas i figur 7.6. Säkerhetsavstånd från branden då den kritiska strålningen (2,5 kW/m²) används som gränsvärde överstiger inte sträckan en meter under de första sju minuterna. Placering av endast en pappersinsamling kan därigenom inte skapa sådana förhållanden att båda utrymningsväggarna i brandrummet blockeras.



Figur 7.6 Säkerhetsavstånd från brand utvecklad i pappersinsamlingen, 2,5 kW/m² används som gränsvärde.

7.8 Detektion

Som tidigare nämnts gör lokalens begränsade storlek samt utformning att personers varseblivningstid bör bli kort vid en brand i datorsalen. För en detektion med det automatiska brandlarmet måste röken sprida sig till atriet där den närmaste detektorn är placerad (se bilaga 3). För beskrivning av detta se scenariot med brand i atriet.

7.9 Utrymning

7.9.1 Simulering

Simulering av utrymning vid scenario brand i datorsal ger två utrymningsfaser. Den första delen av utrymningen är när personerna i brandrummet och datorsalen bredvid skall utrymma. Dessa personer antas utrymma till atriet då denna plats är närbelägen samt entréväg till datorsalen. Personerna i datorsal 2 antas undvika att gå genom själva brandrummet och istället välja den stängda dörren i lokalen ut till atriet. Efter att utrymning till atriet skett antas personer använda sig av det centrala trapphuset för att nå bottenvåningen. För beräkning av förflyttningstiden för brandrummet se bilaga 8. En hög persontäthet antas då flera elever kan arbeta på samma dator.

En simulering i Simulex utförs även för att kunna bestämma förflyttningstiden ut till det fria. Personerna använder det öppna centraltrapphuset för att sedan gå ut genom huvudentrén. Det är 50 personer i datorsalarna 1 och 2 i simuleringen. Personfördelningen är i simuleringen enligt följande:

Män: 50 %

Kvinnor: 50 %

Denna fördelning antas råda på skolan.

Den andra delen av utrymningen består av att personerna i resterande lokaler i byggnadsdelen skall utrymma. Genom att kritiska siktförhållanden uppkommer i atriet skall utrymning

undvikas genom det centrala trapphuset. Samma utrymningssituation som i atriumbranden uppkommer och därigenom hänvisas till avsnitt 6.9.

7.9.2 Resultat

Tid för utrymning ur brandrummet till atriet överstiger inte en minut (se bilaga 8). Tiden från det att personerna har nått atriet till dess att de har utrymt genom det centrala trapphuset ner till stora entrén simuleras med hjälp av Simulex och tiden blir ca två minuter.

7.10 Diskussion och slutsats

Mest allvarliga konsekvenser i scenariot uppkommer vid brand i arbetsplats då rummets temperatur blir så hög att fönster spricker och syretillförseln ökar. I och med att brandrummet är litet och varseblivningstiden troligen är väldigt kort kommer lokalens utrymning inte att bli ett problem. Scenariots största konsekvenser ligger i att kritiska förhållanden bildas i atriet och därmed blockerar en av de två utrymningsvägarna för personer på plan 3 och 4.

Brand i pappersinsamlingen ger inte på några sätt livshotande förhållanden om den inträffar under tiden som personer finns i datorsalen. Genom en långsam tillväxthastighet och en kort varseblivningstid kommer branden inte att skapa kritiska förhållanden vare sig i brandrummet eller närliggande lokaler satt i relation med tiden för utrymning.

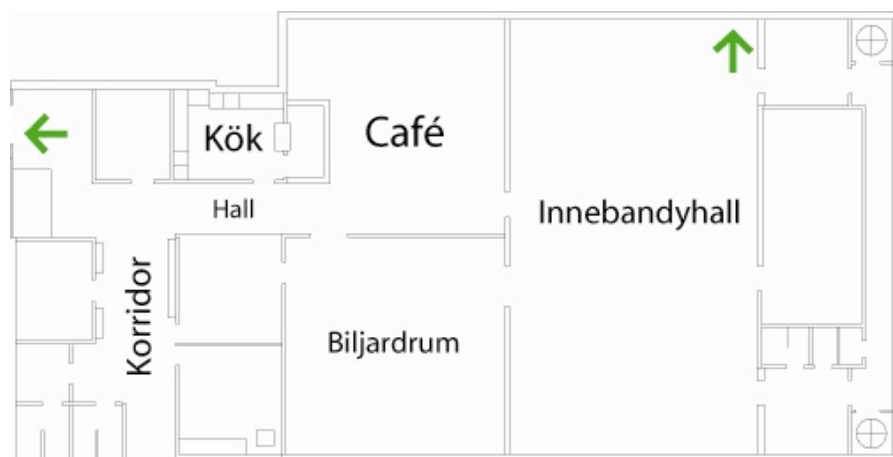
Utrymningen av byggnaden vid brand i datorarbetsplatserna kommer att kunna ske säkert om utrymningsplanerna följs. Om brand skulle begränsas till brandrummet då dörren till atriet stängs efter att utrymningen av lokalen genomförts skulle båda utrymningsvägarna från de övre planen i byggnadsdelen kunna användas. Tiden för att utrymma alla planen i byggnadsdelen skulle då avsevärt förkortas. Utrymning av våningsplan 3 och 4 skapar förhållanden som kan liknas vid scenario atrium och kan ske säkert. Problem kan förespås då personer förmodligen kommer att bege sig ut i atriet trots att synbart ohälsosamma förhållanden råder. Detta är troligt vid uppkomst av köbildning både i trapphuset samt vid dörrpassagen till annexet på bottenplan.

Kritiska förhållanden uppkommer i brandrummet efter ca 2-3 minuter vid brand i datorarbetsplats samt efter ca åtta minuter då pappersinsamlingen brinner. Säker utrymning kommer att kunna genomföras om utrymningsplan för huvuddelen följs. Brand i datorarbetsplats kommer att påverka atriet genom att kritiska siktförhållanden uppkommer.

8. Scenario Cafeteria

8.1 Beskrivning

Cafeterian ligger i fritidsgårdens lokaler, men fungerar som café även under skoltid. Den består av ett kök och av en cafélokal med en cafédisk.



Figur 8.1 Ritning över delar av fritidsgårdens lokaler. Pilarna visar utrymningsvägarna.

Cafeterialokalen är $8 \times 9 \text{ m}^2$. I lokalen finns en cafédisk, två datorer med tillhörande bord och stolar, vägghängda tidningsställ, en längre soffa, fyra större bord med tillhörande stolar, en TV-apparat, persienner, plastblommor, tre mindre bord och en avskärmande vägg som är ca 1,6 meter hög. Cafédisken är byggd från golv till tak och mäter ca $2 \times 3 \text{ m}^2$. Disken rymmer bland annat kassaapparat och godis. Utöver öppningen som förbinder cafédisken med köket finns öppning till hallen ut mot korridoren, en dubbeldörr in mot spelrummet och en enkeldörr in mot innebandyhallen. Ovanför soffan och datorerna löper fönster.

Köket mäter $3,2 \times 4 \text{ m}^2$ och är utrustat med köksbänkar längs två väggar. Ovanför den ena bänklängan finns köksskåp och ovanför den andra sitter det delvis fönster. I köket finns också bland annat spis och vattenkokare. Från köket finns en dörr ut i den hall som förbinder caféet med korridoren samt en dörr ut till cafédisken. Mellan hallen och korridoren finns en dubbel svängdörr.



Figur 8.2 Cafédisken i cafeterian. Bakom cafédisken syns köket.



Figur 8.3 Köket bakom cafeteriadisken.

Från cafeterian finns två utrymningsvägar. En är den normala utgången från fritidsgården där köket och korridoren passerar för att nå dörrar ut till det fria. Den andra är ett $0,8 \times 0,9 \text{ m}^2$ stort fönster inne i innebandyhallen. Denna utrymningsväg nås genom att kliva upp på en större träbox (se figur 8.4). Fönstret ligger i markhöjd. Det är bara den senare utrymningsvägen som är skyltad.



Figur 8.4 Utrymningsvägen i innebandyhallen.

I korridoren utanför fritidsgården sitter det totalt fyra rökdetektorer. En av rökdetektorerna är belägen strax utanför hallen. I caféet vistas oftast folk.

8.2 Ventilation

Det finns inte några fullständiga ventilationsritningar över cafeterialokalen varför ingen hänsyn till ventilationen har tagits. Brandgasspridning bör dock inte utgöra något problem för utrymningssäkerheten då alla rum hör till samma brandcell.

8.3 Dimensionerande brand

Simulering av brandstart sker i cafédisken respektive köket. Branden i cafédisken antas starta genom t ex anlagd brand. Branden i köket kan t.ex. starta i kvarglömnda saker på spisen. Branden antas sprida sig till hela cafédisken respektive hela köket.

8.4 Motivering

Cafeterian är den del av fritidsgården som framför allt används av skolans elever. Brand i cafeterian skulle kunna leda till ett förlopp med hög brandbelastning och stor brandgasspridning vilket kan ge svåra utrymningsförhållanden. Om den vanliga ingången till cafeterian blockeras så ska utrymning ske genom ett fönster i innebandyhallen, vilket inte är en normal utgång. Vid brand i cafeterian kan brandgaserna komma att spridas vidare till korridoren mot huvuddelen. Detta skulle leda till en helt rökfylld undervåning. Trappan upp till övervåningen är inte heller brandklassad vilket gör att brandgaserna kan sprida sig vidare uppåt.

I cafélokalen simuleras brand i cafédisken. Där kan en anlagd brand vara brandorsak. En annan trolig brandkälla är TV-apparaten som står tvärs över rummet, men cafédisken bör ge störst effekt och allvarligast konsekvenser eftersom en brand i denna kan komma att blockera den naturliga utgången.

Köket är också en trolig startplats för brand. En brand här bör ge längre detektionstid än en brand i cafélokalen och kan därför leda till värre konsekvenser.

Enligt statistik från Räddningsverket²⁰ skedde ca 3 % av bränderna i skolor 2003. 1997-2004 är det totala antalet bränder i skolor nästan 2700. Anlagda bränder är den klart dominerande orsaken (ca 44 %). Ca 12 % av bränderna i skolor har barns lek, spis eller tända ljus som orsak (se bilaga 4). Alla dessa orsaker har sina toppar dagtid, det vill säga den tid då det befinner sig folk i cafeterialokalerna. Risken att en brand ska uppstå i köket eller cafeteria är alltså relativt stor.

8.5 Frågeställning

- Kommer kritiska förhållanden att uppkomma i lokalerna?
- Efter hur lång tid kommer branden att detekteras av det fasta brandskyddet?
- Kommer säker utrymning kunna genomföras?

8.6 Metod

Handberäkningar används för effektkurvorna. Simuleringar av brandförlopp utförs med hjälp av effektkurvorna i tvåzonsmodellerna CFAST och Argos. För beräkning av utrymningstider används handberäkningar.

8.7 Brandförlopp

8.7.1 Effektkurvor

Två olika platser för brandstart antas, cafédisken och köket.

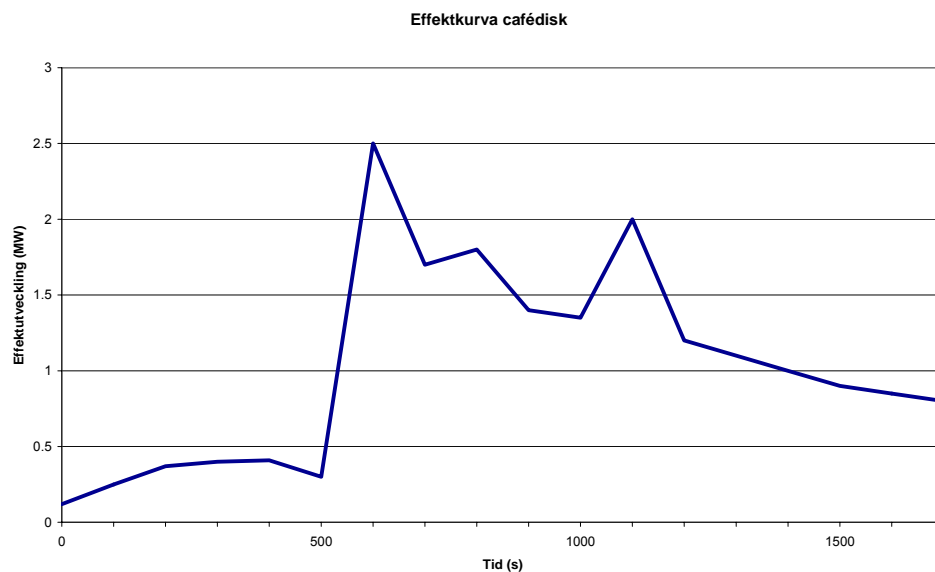
8.7.1.1 Brandstart i cafédisken

Effektkurvan för cafédisken baseras i huvudsak på ett försök från NIST och ett från en konferens med SFPE²¹ (se bilaga 5). Kiosken i NISTs²² försök verkar vara ganska lik när det gäller material och innehåll men är mindre vilket gör att den maximala effektutvecklingen bör öka. Kiosken från International Conference Luxemburg är betydligt större. Högsta effektutveckling för cafédisken väljs till 2,5 MW och resten av kurvan anpassas i förhållande till detta värde så att den motsvarar kurvan från NISTs försök (se figur 8.5). Dessutom tas förbrinntiden på ca 10 minuter bort då branden antas vara anlagd vilket ger ett snabbare brandförlopp.

²⁰ McIntyre, C. och Räddningsverkets hemsida

²¹ 5th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, s. 15

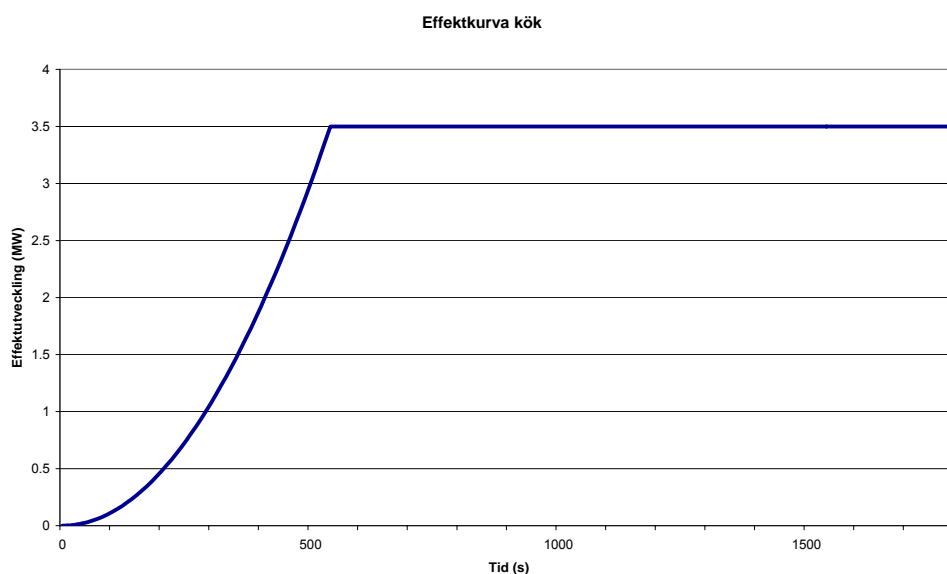
²² National Institute of Standards and Technology, hemsida



Figur 8.5 Effektutveckling för cafédisken.

8.7.1.2 Brandstart i köket

Då inga dokumenterade försök på effektutveckling från kök har gjorts används resultat från försök med andra typer av rum och material för att göra en uppskattning. Enligt resultat från SFPEs konferens²³ ligger effektutveckling för ett restaurangkök mellan 0 och 1000 kW/m². Cafeteriaköket är förhållandevis litet och innehåller inte lika mycket oljor etc. som ett restaurangkök. Därför uppskattas 300 kW/m² vara ett bra värde på effektutvecklingen. Detta ger en maximal effektutveckling på 3500 kW för hela köket. Det värdet kan också stämma bra överens med de båda värdena från bostäder där rummen är mindre än cafeterians kök men skulle kunna motsvaras i brandbelastning per kvadratmeter. Det är troligare att brandutvecklingen i köket liknar den för en bostad än för en skola. α -värdet sätts därför till medium (se bilaga 5).



Figur 8.6 Effektutvecklingen i cafeterians kök.

²³ 5th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, s.12

8.7.2 Simulering av brandförlopp

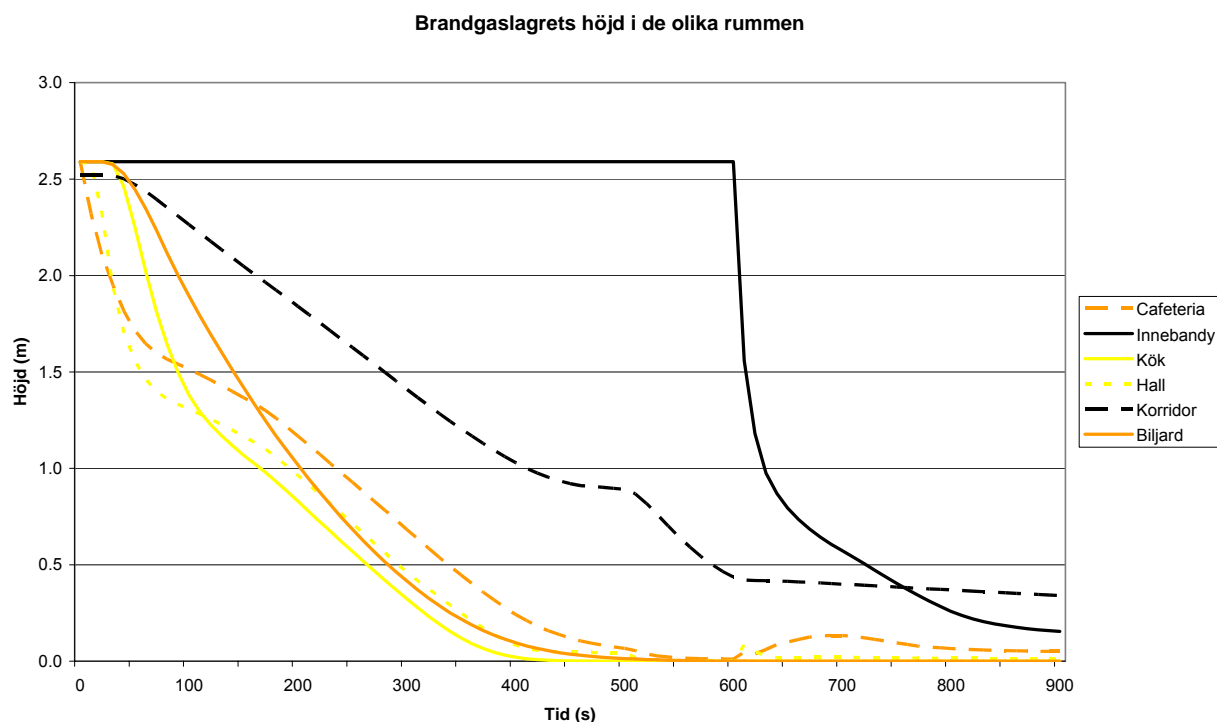
Med hjälp av effektkurvorna görs simuleringar för cafédiskan i CFAST och för köket i Argos. Simuleringarna utförs i flera omgångar där olika dörrar öppnas och stängs. I simuleringarna görs en del antaganden angående material och dimensioner (se bilaga 6). T ex så är det träpanel någon meter upp på väggarna i cafeterian, i simuleringarna används betong. I Argos är antalet rum begränsat till fem varför korridoren inte ingår i uppställningen.

Siktförhållanden beaktas inte då tvåzonsmodellen antas råda i de lokaler som är intressanta ur utrymningssynpunkt. Brandgaslagret kommer därmed nå kritiska förhållanden innan en försämring av sikten uppstår.

Två fall som snabbast ger kritiska förhållanden efter simuleringarna i CFAST och Argos väljs ut. Dessa redovisas nedan.

8.7.2.1 Resultat av brandförlopp med brand i cafédisk

Det första fallet bygger på branden i cafédiskan. Dörrarna in till innebandysalen är stängda initialt men öppnas efter tio minuter. Branden kommer aldrig att bli ventilationskontrollerad (se figur B 7.15) och temperaturen blir aldrig tillräckligt hög för att fönster ska gå sönder. Brandgaslagret kommer att sjunka med ungefär samma hastighet i alla rum förutom korridoren och innebandyhallen (se figur 8.7). I korridoren sker en sänkning av brandgaslagret som följer samma utveckling som i brandrummet men med en viss fördröjning. I innebandysalen kommer brandgaslagret att sjunka snabbt när dörrarna väl öppnas. Kritiska värden för brandgaslagrets höjd nås i cafêet och hallen efter drygt en minut. Strålningen når kritiska värden först efter ca nio minuter i cafeterian (se figur B 7.17). Temperaturen i det nedre lagret kommer inte nå en kritisk nivå i något av rummen under den tid simuleringen pågår (se figur B 7.19)

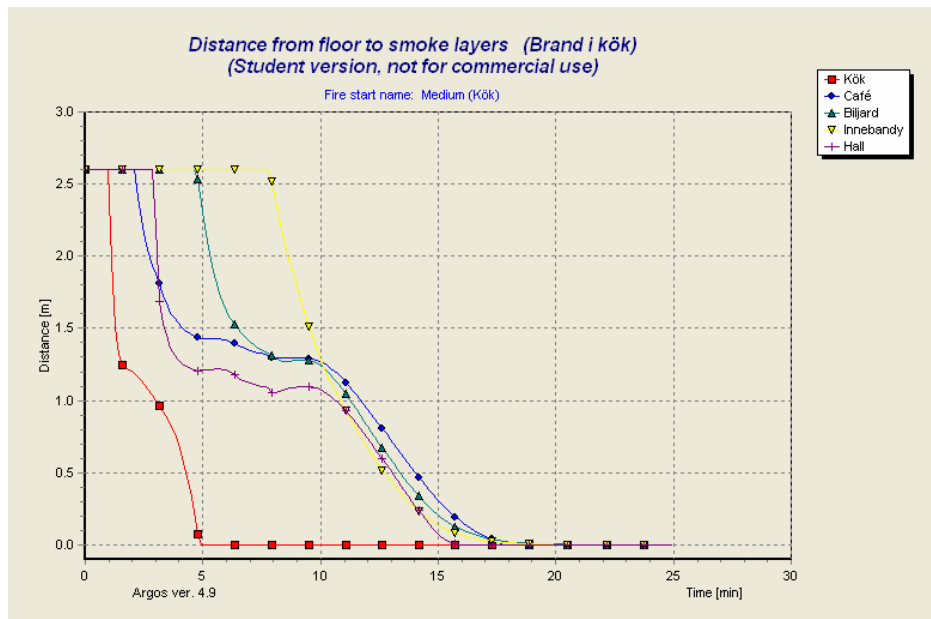


Figur 8.7 Brandgaslagrets höjd.

8.7.2.2 Resultat av brandförlopp med brand i kök

Det andra fallet bygger på köksbranden. Alla dörrar utom den mellan köket och hallen är öppna. Fönstren i brandrummet kommer spricka efter 5,5 minuter. Efter nästan åtta minuter sker övertändning och strax efteråt blir branden ventilationskontrollerad.

Brandgasnivån är den första parameter som passerar den kritiska gränsen. Efter ca tre minuter är brandgasnivån under den kritiska i cafeteria (se figur 8.8). I innebandyhallen dröjer det nästan tio minuter. De övriga kritiska gränsernas nås efter längre tid eller inte alls (se bilaga 7).



Figur 8.8 Brandgaslagrens höjd i de olika rummen vid brand i köket.

8.8 Detektion

I Argos går det inte att få någon detektionstid eftersom detektorn sitter i korridoren och korridoren inte ingår i uppställningen (begränsat antal rum). Dock kan man jämföra med resultaten från CFAST-simuleringarna, enligt dem når brandgaserna korridoren efter drygt tre minuter. Så länge det befinner sig folk i caféet så kommer varseblivningstiden vara snabbare.

8.9 Utrymning

8.9.1 Simulering

För cafeteria görs ett försök med fönsterutrymning och handberäkningar för att få fram utrymningstiden (se bilaga 8).

8.9.2 Resultat

För innebandyhallen fås en utrymningstid på knappt en minut för 15 personer. Det tar ca tre minuter att utrymma 40 personer som är utspridda i biljardrummet, cafeteria och innebandyhallen.

8.10 Diskussion och slutsats

Allvarligast konsekvenser inträffar i scenariot då relativt mycket folk befinner sig i innebandyhallen och dörrarna är stängda ut mot biljardrummet och cafeterian. Risken finns att larmet inte hörs från korridoren in till innebandyhallen och då kan en brand i cafeterian hinna utvecklas långt innan den upptäcks. När dörren mellan innebandyhallen och caféet öppnas efter tio minuter kommer brandgasspridning ske fort. För att klara de kritiska gränserna krävs att innebandyhallen utryms genom fönstret på knappt 15 sekunder vilket inte uppfylls enligt handberäkningarna. Det finns inte heller någon möjlighet att utrymma upp genom aulan eftersom dörrarna till den brandcellen är låsta. I den framräknade utrymningstiden är inte reaktionstiden inräknad och fönstret är inte en normal utgång vilket gör att det bör ta längre tid att utrymma den vägen. Dock borde ändå konservativa värden erhållas då dörren öppnas efter relativt lång tid. Utrymningstiden är inte beräknad med hänsyn till att det är en kritisk situation. Antagligen kommer brandgaser ha sipprat in i innebandyhallen långt tidigare och dessutom bör räddningstjänsten ha hunnit komma till platsen efter larm från detektorn.

Beräkningen av effektkurvan för köket bör ge ett konservativt värde då 3,5 MW är betydligt mycket större än de värden som mätts upp vid försök med normalt möblerade rum i bostäder. Dessutom har vardagsrum, enligt försök i USA²⁴, högre effektutveckling än kök. Detektorn kommer förmodligen att larma långsammare än vid cafébranden eftersom dörren mellan köket och hallen är stängd. Dock bör varseblivningstiden bli relativt kort då människor kommer att se branden. När detektorn väl larmar bör det höras i alla delar av lokalen eftersom de flesta dörrar är öppna. Efter ca tre minuter har kritiska förhållanden nåtts i caféet och hallen. I biljardrummet och innebandyhallen tar det betydligt längre tid. Detta innebär att utrymning inte bör vara ett problem. Dock är inte någon reaktionstid inräknad i utrymningsberäkningarna. Utrymningsberäkningen bör ändå vara konservativ även i detta fall eftersom alla utrymmer genom fönstret i innebandyhallen. I verkligheten kommer säkert en del ta sig ut via angränsande rum till korridoren.

Någon fara för personer på övervåningen kommer förmodligen aldrig föreligga eftersom brandgaserna är relativt kalla redan i korridoren. Dessutom kommer detektorerna att larma innan brandgaserna hunnit sprida sig vidare.

Kritiska förhållanden uppstår snabbt i innebandyhallen då dörren ut till caféet öppnas en bit in i brandförloppet. Det fasta brandskyddet detekterar tidigt, dock finns risk att larmet inte hörs i alla lokaler. Säker utrymning kommer inte hinna ske från innebandyhallen då dörrarna är stängda.

²⁴ En sammanställning av väldokumenterade brandförsök med bostadsspinkler, s.13-14

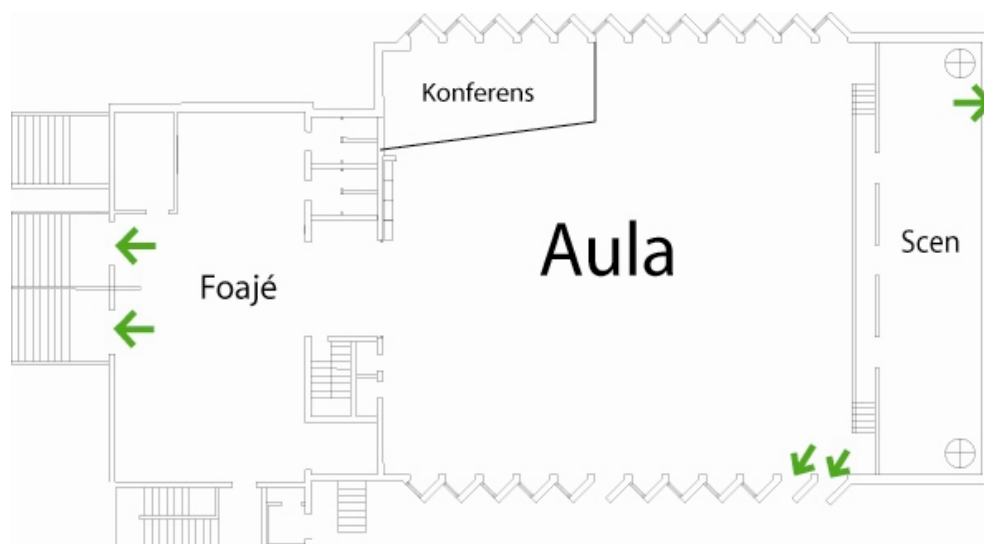
9. Scenario aulan

9.1 Beskrivning

Aulan är belägen i annexet och har arean $17 \times 24,5 \text{ m}^2$ inklusive den upphöjda scenen. Taket är sluttande och har en lägsta höjd på 4,4 m och en högsta på 8,3 m. Scenhöjden är knappt en meter. Scenen mäter ca $17 \times 4 \text{ m}^2$ och har förbindelser med underliggande våningsplan via två spiraltrappor.

Det finns i dagsläget ca 370 sittplatser med ett antal tillhörande nedfällbara bord. Stolarna består av trä med stoppad dyna i sits och ryggstöd. I samma lokal finns en avskild konferensdel som avskärmas med ett glasparti ut mot samlingslokalen. Konferensdelen har ett lägre tak än den övriga lokalen. I konferensdelen finns ett bord med ett tjugotal stolar, tv-apparat och OH-projektor.

Ovanför aulans huvudentré finns ett litet projektorrum. Trappan till projektorrummet går från vindfånget vid aulans huvudentré.



Figur 9.1 Ritning över aulan med markerade utrymningsvägar

I aulan finns det två utrymningsvägar som uppfyller BBR 5:341 samt två dörrar som ligger intill varandra vars bredd inte uppfyller utrymningsrekommendationerna för en samlingslokal i BBR 5:341. De två godkända utrymningsvägarna ligger i varsin ände av lokalen. Den ena utrymningsvägen är huvudingången som leder till foajén vilket är en ny brandcell och den andra ligger på scenen och leder direkt ut i det fria. Nödutgången på scenen är inte synlig från åhörarplatserna på grund av täckande ridå. De övriga två utgångarna finns intill scenen på byggnadens södra sida.

Det finns fem detektorer i aulan, en på scen och fyra i resterande del.

9.2 Ventilation

Aulans ventilationssystem servar även lokalerna under scenen, toaletter och projektorrum. Någon spridningsrisk som kan ställa till problem föreligger inte då dessa lokaler tillhör samma brandcell (se bilaga 2).

9.3 Dimensionerande brand

I aulan kommer inte brandförloppet utan endast utrymningstiden att beräknas.

9.4 Motivering

Aulan är en stor samlingslokal med begränsade utrymningsmöjligheter om huvudingången skulle vara blockerad. Det är också en lokal där människor normalt inte vistas vilket medför sämre lokalkännedom.

Detektionstiden bör vara relativt snabb då det vistas människor i lokalen. Mest allvarliga konsekvenser antas uppstå då huvudingången är blockerad. För att detta ska ske måste en brand vid huvudingången uppstå som snabbt blockerar denna. Detta antas inte vara troligt varför ingen simulering av brand i aulan genomförs. Brand på scenen skulle kunna tillväxa tillräckligt för att snabbt uppnå kritiska förhållanden i lokalen, men då blockeras inte huvudingången som bör vara tillräcklig för att säkerställa utrymning.

Utrymningsmöjligheterna beaktas ändå eftersom två av utrymningsvägarna inte uppfyller rekommendationerna i BBR 5:341. De är också delvis blockerade och dåligt utmärkta. Dessutom är dessa två vägar de mest troliga utrymningsalternativen om huvudingången skulle vara blockerad.

9.5 Frågeställning

- Kommer utrymning att kunna ske under godtagbart tidsförlopp?

9.6 Metod

Simulex och handberäkningar används för att beräkna utrymningstiden.

9.7 Detektion

Detektion bör kunna ske snabbt genom detektorer i aulan (se bilaga 3). Eventuella problem skulle kunna vara vid scenen och i den nybyggda konferensdelen. Där skulle detektionen kunna bli försenad eftersom dessa utrymnen är mer dolda och konferensdelen inte är försedd med någon detektor.

9.8 Utrymning

Huvudentrén består av två dörrpar som vardera har bredden 1,6 m. Detta är den utgång som samtliga i lokalen förväntas vara bekanta med.

Dörren på scenen har bredden 0,9 m. Från scenen finns även två spiraltrappor ner till underliggande våningsplan och möjlighet att komma in i en ny brandcell. Spiraltrappornas begränsande framkomlighet och olämplighet som utrymningsväg²⁵ gör att dessa inte kommer att beaktas i utrymningsförsöken. Människor på scenen kommer med stor sannolikhet att använda scenutgången eftersom risken för köbildning vid denna kommer att vara begränsad.



Figur 9.2 De två smala dörrarna vid aulans södra långsida. Dörrarnas bredd är ca 0,7 m och de är dåligt skyltade. En dörr är även skymd och blockerad av föremål.

De två smala dörrarna på lokalens södra sida har en bredd på vardera 0,7 m (se figur 9.2). Dessa kan vara svåra att utrymma för personer i rullstol.

9.8.1 Simulering

Vid körningen i Simulex är aulan fullsatt och ett tiotal personer befinner sig på scenen. Personfördelningen är i samtliga simuleringar enligt följande:

| | |
|----------|------|
| Män: | 50 % |
| Kvinnor: | 50 % |

Denna fördelning förutsätts råda på skolan. Besluts- och reaktionstiden antas vara kort, omkring 20 sekunder eftersom branden antas starta i aulan och att många kommer se den.

Det viktigaste fallet som studeras är hur utrymningen kommer att fortgå genom de smala dörrarna. Detta simuleras genom att blockera huvudentrén. För att få ett jämförelsevärde simuleras även utrymning genom huvudentrén då de smala dörrarna är blockerade.

Fall 1 – Huvudingången är blockerad, alla andra dörrar är tillgängliga

Samtliga åhörare väljs att använda de smala dörrarna i simuleringen. Detta på grund av att scenutgången inte är synlig från åhörarplatserna. Enbart personer på scen använder scenutgången. Besluts- och reaktionstiden antas vara en aning längre än angivna 20 sekunder eftersom personerna måste lokalisera en utgång de inte är vana att använda. Besluts- och reaktionstiden sätts därmed till omkring 30 sekunder.

Fall 2 – De smala dörrarna är blockerade, alla andra dörrar är tillgängliga

Samtliga åhörare kommer att använda huvudentrén eftersom detta är en bekant passage samt att man inte ser scenutgången från åhörarplatserna.

Handberäkningar utförs för de båda fallen för att få jämförelsevärden (se bilaga 8). I handberäkningarna finns ingen reaktionstid inkluderad.

²⁵ Utrymningsdimensionering, s. 20

9.8.2 Resultat

Fall 1 – Huvudingången är blockerad, alla andra dörrar är tillgängliga

Simulex: $t_{\text{beslut\& reaktion}} + t_{\text{förflyttning}} \approx 3 \text{ min } 30 \text{ sek}$

I handberäkningarna beräknades en förflyttningstid på drygt fem minuter.

Fall 2 – De smala dörrarna är blockerade, alla andra dörrar är tillgängliga

Simulex: $t_{\text{beslut\& reaktion}} + t_{\text{förflyttning}} \approx 3 \text{ min}$

I handberäkningarna beräknades en förflyttningstid på drygt två minuter.

9.9 Diskussion och slutsats

Tidsdifferensen mellan de två simuleringarna i Simulex är marginell. En anledning till detta är att i simuleringen då personerna ska utrymma genom huvudingången undviker de att gå i bredd. Detta på grund av att personer i Simulex alltid ska gå den kortaste vägen och inte den snabbaste. I handberäkningarnas resultat ses en betydligt större skillnad. Värdena är ändå konservativa eftersom samtliga åhörare antas utrymma genom de smala utgångarna. I dagsläget finns det väldigt få brandscenarier som i det initiala skedet totalblockerar huvudentrén.

Varseblivningstiden bör vara relativt kort, eftersom det i scenariot finns många människor i lokalen som kan upptäcka branden. En fördröjning av varseblivningstiden kan inträffa om branden startar i konferensdelen, men detta kommer med stor sannolikhet inte att blockera huvudentrén i allt för stor omfattning. Detta medför att det är främst det initiala skedet av branden som är intressant.

Eftersom dragspelsväggarna i lokalen är bärande blir det ett omfattande arbete att göra bredare utrymningsvägar. Detta arbete ses inte som nödvändigt, men det är av yttersta vikt att de smala dörrarna inte är blockerade av föremål samt att personal och personer som nyttjar aulan är väl medvetna om utrymningsplanen.

Vid blockering av huvudentrén kan det vara svårt för rullstolsbundna att utrymma. Oftast kommer det att vara nödvändigt att den rullstolsbundne får assistans. Det är därför viktigt att personalen är utbildad för detta.

Resultatet visar att de två smala dörrarna tillsammans bör klara av en utrymning inom rimligt tidsförlopp. Då tidsdifferens mellan utrymning genom huvudentrén och de smala dörrarna är relativt liten kan de smala dörrarnas utrymningstid anses vara godtagbar. Detta framförallt med tanke på alla konservativa antaganden som görs ovan. Dessutom gör lokalens volym att det kan ta tid innan kritiska förhållanden uppnås.

10. Känslighetsanalys

I brandteknisk dimensionering och simulering finns alltid variabler som är mer eller mindre säkra. Ett exakt brandförlopp är väldigt svårt att återskapa eller förutse. Då ett flertal förenklingar och antaganden utförs, bör en analys genomföras där variabelernas inverkan på slutresultatet utreds.

Vid analysen av brandförloppsberäkningarna genomförs en fullständig känslighetsanalys på ett av de fyra scenarierna. En grov känslighetsanalys genomförs för samtliga scenarier och trots olika förutsättningar, som t ex lokalens utformning, anses variabelernas betydelse för resultatet skifta marginellt mellan de fyra scenarierna. Därför anses datorsalsbranden på ett tillräckligt verkningfullt sätt spegla de olika moment som behandlas i brandförloppet även hos de övriga scenarierna. Resultatet av den genomförda känslighetsanalysen över ingående variablerna i brandförloppet för datorsalsbranden antas kunna överföras med tillräcklig noggrannhet till de övriga scenarierna och dess indata.

Resultatet som känslighetsanalysen bearbetar är tid till kritiska förhållanden gällande brandgaslagrets höjd, temperatur i rummet, strålning samt sikt. Variablerna som undersöks är effektutvecklingens tillväxthastighet, den maximala effektutvecklingen, öppningsfaktor, när fönstren spricker samt bränslets rökpotential. Att valet föll på dessa motiveras med att grova antaganden och osäkerheter förknippas med dessa värden i alla scenarierna.

Känslighetsanalysen för utrymningsberäkningarna utförs genom att osäkerheterna beaktas samt att variablerna uttrycks som fördelningar. Formeln för utrymning med fördelningarna simuleras sedan om i en slumpgenerator där händelsen upprepas en mängd gånger för att sedan redovisas som ett förväntat värde med standardavvikelse. Känslighetsanalysen genomfördes på alla beräkningar för utrymningstiden. Programmet som används för slumpgenerering är @risk.

10.1 Brandförloppet

Eftersom syftet med rapporten är att utvärdera personsäkerheten i Hagagymnasiet ses tiden till kritiska förhållanden som det viktiga resultatet från simulering av brandförloppet. Det viktiga är att förloppet fram till kritiska förhållanden har simulerats rätt och att den beräknade tiden stämmer överens med eventuellt verkligt förlopp. Känslighetsanalysen visar förhoppningsvis att trots variationer av indatan kommer ungefär samma resultat erhållas. Vilket i så fall innebär att en viss osäkerhet inte förändrar resultatet nämnvärt.

Skillnaden på tiden till dess att utrymningen bör vara avklarad är väldigt liten då indata varierar (se bilaga 9). Framför allt beror detta på att tidsförloppet av intresse är kort. T ex spelar inte en höjning av effektutvecklingen någon större roll då påverkan av ökningen inträffar ett antal minuter efter det att utrymning redan bör vara genomförd. Detta gäller alla variabler utom tillväxthastigheten för effektkurvan. Med en α^2 -kurva med hastigheten fast istället för medium kortas tiden till kritiska förhållanden beroende på brandgaslagrets höjd med ca en halv minut i brandrummet. Tiden till dess att kritiska förhållanden inträffar i atriet blir 4,5 minuter istället för sju minuter. En annan förändring inträffar när hälften av fönstren simuleras att spricka, i och med detta bildas efter ca tolv minuter ett brandgaslager som sjönk relativt snabbt i atriet. Något brandgaslager bildas inte i atriet vid några andra förhållanden.

Slutsatsen för känslighetsanalysen av brandförloppet är att resultatet inte förändras i någon större omfattning då variablerna förändras. Trots en stor osäkerhet kring effektkurvan samt hur fönstren skall behandlas kan tiden till dess att kritiska förhållanden inträffar ses som relativt säkra. Detta resultat antas kunna överföras till resterade scenarier då brandförloppen i de olika lokalerna följer samma mönster till dess att kritiska förhållanden uppstått.

10.2 Utrymning

Känslighetsanalysen för brandförloppet visar att tiden till kritiska förhållanden är något som inte varierar i någon större omfattning. Vid alla scenarier förutom aulan kan tid för utrymning och tid till dess att utrymning skall vara genomförd jämföras. Tiden för utrymning simuleras på ett sådant sätt att osäkerheten i de olika variablerna redovisas som fördelningar (se bilaga 9). I @risk kan sedan en fördelning simuleras fram som ger resultatet av utrymningsformeln. Med hjälp av tornadodiagram kan de ingående variablernas osäkerhet som överförts till slutresultatet redovisas.

Resultatet av känslighetsanalysen visar att i alla scenarier förutom för utrymning av datorsalen ligger de största osäkerheterna i förflyttningstiden. I datorsalsbranden finns de största osäkerheterna i reaktions- och beslutstiden samt varseblivningstiden. Förflyttningstidens låga korrelationsvärde beror på att sträckan som skall utrymmas är kort. Både varseblivningstiden och reaktions- och beslutstiden är variabler som är baserade på försök samt situationsanpassade antaganden. Förflyttningstiden består av ett antal variabler, så som gånghastigheten, persontätheten samt hur många personer som kan röra sig genom utrymningsdörren per sekund och meter dörrbredd. Den största osäkerheten ligger framför allt i gånghastigheten samt hur många personer som antas kunna röra sig samtidigt genom dörröppningen. Känslighetsanalysen ger alltså stora osäkerheter för all indata för utrymning. De flesta av variablerna är dock väldigt direkt korrelerade mot slutresultatet. Detta gör att om man t ex ökar besluts- och reaktionstiden med tio sekunder ökas utrymningen med samma tid.

Slutsatsen för känslighetsanalysen visar att osäkerheterna i utrymningstiderna har större betydelse än osäkerheterna i brandförloppet. Detta då osäkerheterna i beräkningarna av utrymningstiden har stora betydelser för slutresultatet. Brandförloppets osäkerheter ger vid variation en begränsad förändring av resultatet och därigenom ett oförändligt förlopp.

11. Brister

Vid besöket upptäcktes ett antal brister. Uppmärksammandet av dessa är inte ett resultat av utvärdering och simulering. Många av dessa brister återfinns i tidigare gjorda brandsynprotokoll (se bilaga 10).

11.1 Huvuddelen

- På ett flertal brandcellsavskiljande dörrar, främst dörrar mellan klassrummen och atriets, saknas dörrstängare.
- Utrymningsplanen är i dagsläget inaktuell och svårtydd.
- I huvuddelen saknas ett antal utrymningsskyltar mellan klassrummen.
- På plan 2 (markplan) förvaras brännbart bråte under trappan.
- I dagsläget är utrymningsvägarna mellan klassrummen ofta blockerade av diverse möblemang, som bänkar och stolar.
- Vid huvudentrén finns en olämplig placerad pappersinsamling som vid brand omedelbart kommer att blockera denna centrala utrymningsväg.



Figur 11.1 Dålig framkomlighet i utrymningsväg.



Figur 11.2 Olämpligt placerad pappersinsamling.

- Utrymningsvägen mellan det avskilda trapphuset och annexet är trasig. Den smala sidodörren går inte att öppna. Detta medför en utrymningsväg på 0,9 m istället för 1,2 m.
- Ett antal dörrar i huvudentrén är inte öppningsbara, vilket resulterar i en smalare utrymningsväg.
- Gasflaskor förvaras olämpligt och är dåligt utmärkta.
- Vid besöket hade personalen ingen kännedom om hur dörrstängaren mellan atriets och annexet fungerade.
- Brandsläckare är inte kontrollerade.

11.2 Annexet

- Det förekommer ett antal blockerade brandsläckare i annexet och en del saknar skyltning.
- Utrymningsplanen för annexet är inaktuell.
- Utrymningsskylten vid trappan mellan annexets korridor och foajé syns dåligt.



Figur 11.3 Utrymningsskylten i trappan mellan annexets korridor och foajé är dåligt markerad.

- Utrymningsskylten på scenen syns inte från åhörarplatserna.
- I korridoren utanför biblioteket står ett antal bokhyllor med tidningar. Detta är en mycket olämplig placering då de ligger i en utrymningsväg.
- I källarplanets korridor finns en sågmaskin. Eftersom korridoren är den huvudsakliga utrymningsvägen i källarplan är detta ett mycket olämpligt förvaringsutrymme.
- Musikrummet i källarplan har bara en utrymningsväg. Lokalen har mycket lös och brandfarlig inredning.
- Utrymningsskyltar i cafeteria ut till fritidsgårdens huvudentré saknas.
- Brandsläckare är inte kontrollerade.
- Fönsterutrymningen från vissa av föreningsverksamhetens lokaler är bristfällig.



Figur 11.4 Exempel på bristfälliga fönsterutrymningsvägar. De är antingen svårtillgängliga eller dåligt markerade.

11.3 Organisatoriska brister

- Oklarheter råder när det gäller det systematiska brandskyddsarbetet och brandskyddsutbildning av personalen.
- På Hagagymnasiet saknas en snabb uppföljning och snabbt åtgärdande av brister som till exempel trasiga dörrstängare.
- Ett proaktivt tänkande där möjliga brister ses över saknas.

12. Förslag till förändringar

Förslag till åtgärder redovisas under delen Framtidens Hagagymnasium. För att kunna värdera åtgärdsförslagen används formuleringarna *skall* och *bör*. Dessa kursiverade uttryck är baserade på rapportens resultat och är gruppens åsikter.

Som en hjälp för att värdera brandskyddet används skolindex. Skolans nuvarande värde togs fram och jämfördes med objektets bästa möjliga värde samt med det värde som fås efter att föreslagna åtgärder vidtagits (för åtgärder se kapitel 12.2). Objektets bästa möjliga värde är ej realistiskt.

12.1 Skolindex jämförelse

Index för skolan har beräknats till 3,12 i den femgradiga skalan där 5 betyder bra brandskydd. En analys har utförts där olika förändringar kan göras för att göra brandskyddet bättre. Vid framtagandet av indexet tas hänsyn till typ av elever, hur byggnaden är konstruerad med avseende på brandcellsgränser, drift och underhåll, personalens utbildning med mera. Komponenter som typ av elever och undervisning går ej att påverka och därför har inga kommentarer till dessa gjorts.

Om alla komponenter som kan förbättras ändras blir skolans index 4,49. För att nå upp till detta värde krävs det att sprinkleranläggning och nödljus installeras samt att utrymningslarmet byts till ett talat meddelande från det befintliga akustiska. Dessa komponenters betydelse väger inte upp till de ekonomiska utgifter som de medför och kommer därför inte att betraktas i den slutgiltiga analysen. Ett nytt värde exklusive ovanstående komponenter räknades fram till 4,12 (se tabell 12.1).

Rent organisatoriska åtgärder höjer Hagagymnasiets index väldigt mycket. En bättre granskning av personalens brandskyddskunskaper, en årlig utrymningsövning med uppföljning av brister samt ett snabbt åtgärdande av tekniskt brandskydd höjer indexet väldigt mycket. Nu ska skolan ha en utrymningsövning under hösten men det har tidigare inte haft detta årligen.

Tabell 12.1 Sammanställning av skolindex

| Komponent | Vikt | Skolans värde | Förbättringar | Realistiska förbättringar | Kommentar |
|----------------------------------|--------|---------------|---------------|---------------------------|---|
| 1 Personal | 0.0934 | 3 | 5 | 5 | Extern granskning personalens kunskap saknas |
| 2 Elever | 0.0741 | 4 | 4 | 4 | |
| 3 Interna risker | 0.0413 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 Externa risker | 0.0654 | 4 | 4 | 4 | |
| 5 Lös inredning | 0.0722 | 5 | 5 | 5 | |
| 6 Organisatoriskt brandskydd | 0.0788 | 3 | 5 | 5 | Årlig utrymningsövning samt bättre uppföljning av ev. brister saknas |
| 7 Drift och underhåll | 0.0644 | 1 | 5 | 5 | Snabbt åtgärdande av brister i brandskyddet samt proaktivt tänkande saknas |
| 8 Byggnad | 0.0605 | 3.67 | 3.67 | 3.67 | |
| 9 Brandcellsindelning | 0.0633 | 5 | 5 | 5 | |
| 10 Dörr i brandcellsgräns | 0.0294 | 4 | 5 | 5 | Osäkerhet i hur pass väl magnetstängarna fungerar |
| 11 Dörr till utrymningsväg | 0.0335 | 4 | 4 | 4 | |
| 12 Utrymningsvägar | 0.0237 | 2.875 | 2.875 | 2.875 | |
| 13 Ytskikt på väggar och tak | 0.0445 | 5 | 5 | 5 | |
| 14 Sprinkler | 0.0635 | 0 | 5 | 0 | Skulle kunna höjas till en 5:a om sprinkler installerades men det är svårt att motivera i kostnadsynpunkt |
| 15 Brandlarm | 0.0516 | 2.33 | 5 | 5 | Rökdetektor saknas i större elevtoaletter samt SBF-besiktning |
| 16 Utrymningslarm | 0.0298 | 4 | 5 | 4 | Skulle kunna höjas till en 5:a om ett talat utrymningslarm installerades men ett ljus- och ljudlarm finns redan |
| 17 Nödbelysning | 0.0047 | 0 | 5 | 0 | Nödbelysning saknas, behövs kanske inte |
| 18 Utrustning för brandsläckning | 0.0481 | 1 | 5 | 5 | Släckutrustningen har inte kontrollerats i tillräcklig omfattning |
| 19 Räddningstjänst | 0.0576 | 3.67 | 4.33 | 4.33 | En övad insatsplan saknas |
| Totalt | | 3.12 | 4.49 | 4.12 | |

12.2 Åtgärder för att skapa framtidens Hagagymnasium

Hagagymnasiet tänker på och jobbar med sitt brandskydd, men skolan har fortfarande mycket att förbättra både i fråga om brandtekniska åtgärder och om det systematiska brandskyddsarbetet.

12.2.1 Åtgärder som skall utföras:

- Dörrar mellan klassrummen och atriet *skall* ha dörrstängare. Det har framkommit i rapporten att kritiska förhållanden skapas i atriet (se kapitel 6) och det är av stor vikt att samtliga dörrar mellan klassrummen och atriet har dörrstängare så att brandcellsgränserna hålls intakta. Annars finns stor risk för brandgasspridning som försvårar utrymning.
- Framkomligheten i utrymningsvägar *skall* vara god. Framkomligheten i utrymningsvägarna måste vara god, detta *skall* tas i beaktning vid möblering av klassrum eller korridorer. Vidare *skall* t ex fönstret för utrymning ur cafeterian ej vara blockerad av snö eller liknande.

- Utrymningsvägen mellan det avskilda trapphuset och annexet *skall* åtgärdas. Utrymning i scenariot visar att dörrbredden påverkar utrymningstiden (se avsnitt 6.9). Det är därför viktigt att sidodörren fungerar då detta kommer minska köbildning i trapphuset.
- Utrymningsskyltar *skall* finnas och vara rätt placerade. Det saknas utrymningsskyltar i bland annat klassrum och cafeteria. Dessutom påträffades felplacerade skyltar, t ex i aulan, korridoren i annexet och i fritidslokalerna.
- Utrymningsplanen *skall* uppdateras. Utrymningsplanen som finns idag är inaktuell. Alla utrymningsvägar är inte korrekt markerade.
- Gasolflaskor *skall* förvaras på anvisad plats och dessa rum *skall* markeras med skylt.
- Brandsläckningsutrustning *skall* kontrolleras regelbundet, vara korrekt markerad och ej vara blockerad. Under besöket på skolan var ett par brandsläckare blockerade. En del var dåligt utmärkta. Kontrollen av brandsläckare var bristfällig.
- Brandfarlig inredning i musikrummet *skall* plockas bort. I annexets källarplan finns ett musikrum där det finns direkt brandfarlig inredning.
- Bristfälliga utrymningsvägar från annexets källarplan *skall* åtgärdas. Utrymningsvägarna från fritidslokalens mindre rum saknar bland annat handtag eller är försedda med galler (se avsnitt 11.2).
- Hagagymnasiet *skall* jobba förebyggande och därigenom *skall* berörd personal känna till hur de brandtekniska systemen fungerar. Vid studiebesöket uppmärksammades okunnighet hos personal om hur t ex brandgasventilation och dörrstängare fungerar. Detta leder till brister i kontrollen av de brandtekniska systemen.
- Det *skall* finnas detektorer i cafeteria. Cafeteria-scenariot visar att en snabb detektion är viktig för utrymningen av cafeteria (se kapitel 8). Ska verksamheten i cafeteria utökas med t ex discoverksamhet eller annan med hög persontäthet räcker det inte med införande av detektorer då *skall* utrymningsvägen genom fönstret göras om och ersättas med en reglementsenslig dörr.
- Det *skall* finnas utrymningslarm i fritidsgårdens lokaler. För att utrymning *skall* kunna ske innan kritiska förhållanden uppstår *skall* utrymningslarm installeras så att larmet hörs i alla rum även om dörrar är stängda och verksamhet pågår.

12.2.2 Åtgärder som bör utföras.

- Huvudentrésens dörrar *bör* kunna öppnas till sin fulla bredd för att underlätta utrymning.
- Utmningsplanen *bör* förtydligas.
Nuvarande utrymningsplan visar alla tre plan i huvuddelen vilket leder till otydlighet.
- Brännbart material nära eller i utrymningsvägar *bör* tas bort.
- Klassrummen mittemot biblioteket *bör* utrustas med utymningstrappa utanför fönster.
- Årliga utrymningsövningar *bör* hållas.
- Rökdetektorer i större elevtoaletter *bör* monteras.
Största orsaken till bränder i skolbyggnader är anlagd brand (se bilaga 4). Risken kan anses stor i dessa avskiljda utrymmen.

14. Referenser

Tryckt material:

5th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Volume 1, European Commission Facilities, Luxemburg oktober 2004

An Introduction to Fire Dynamics, Drysdale, D., England 2004

Boverkets byggregler (BBR), BFS 1993:57 med ändringar till och med 2002:19, Vällingby 2002

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

Brandskyddsvärdering - brandskyddsindex för skola och danslokal, Frantzich, H., Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund 2005

Enclosure Fire Dynamics (EFD), Karlsson, B. och Quintere J.G., CRC Press LLC, London 2002

En sammanställning av väldokumenterade brandförsök med bostadssprinkler, SP Rapport 2001:03, Arvidson, M., Borås 2001

Fire Safety Engineering in Buildings, BSI DD240, 1997

Hagagymnasiets SBA (Systematiskt brandskyddsarbete), 2005-08-11

Initial Fires, Särdaqvist, S., Lund, 2003

Natural Fire Safety Concept (NFSC), Schleich, J.B., 2001

The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering (SFPE), NFPA, USA 2002

Utrymningsdimensionering, Boverket, Kalmar 2004

Elektroniska källor:

National Institute of Standards and Technology (NIST), <http://fire.nist.gov/fire/fires>, Hämtad: 2005-11-30

Räddningsverket, http://www.srv.se/templates/SRV_Page_____2267, hämtad: 2005-11-30

Övrigt material

Nilsson, D., Brandteknik, Lunds tekniska högskola, föreläsning oktober 2005

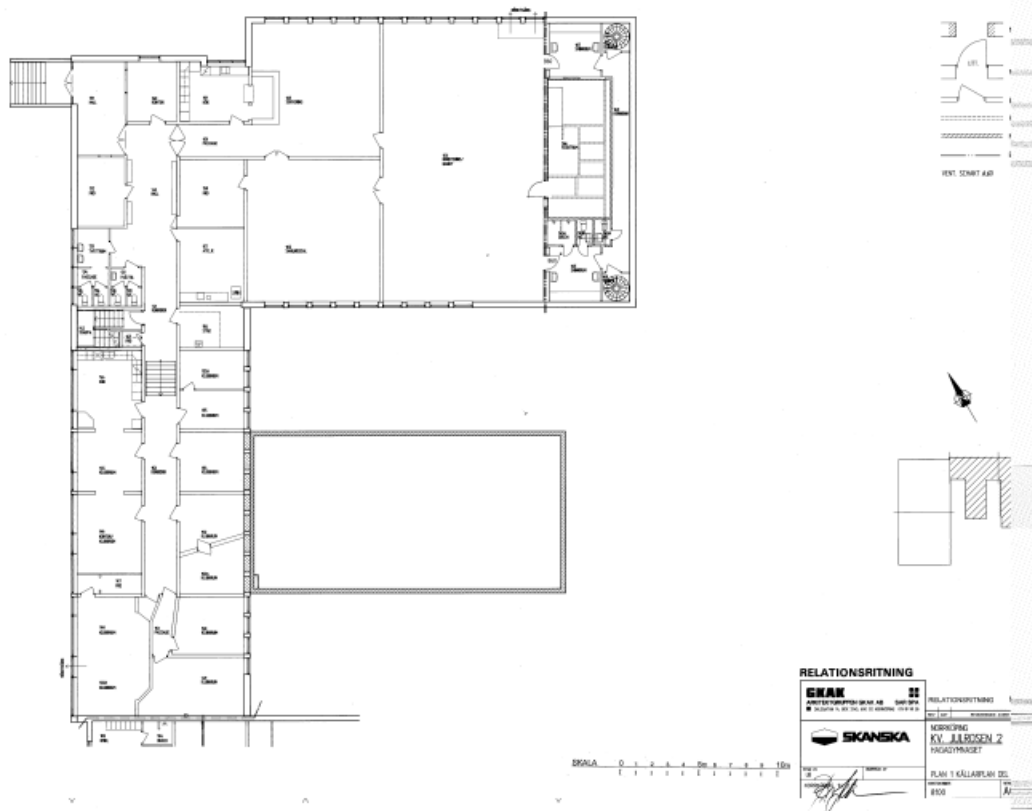
Frantzich, H., Brandteknik, Lunds tekniska högskola, föreläsning oktober 2005

Gojkovic, D., Brandteknik, Lunds tekniska högskola, föreläsning oktober 2005

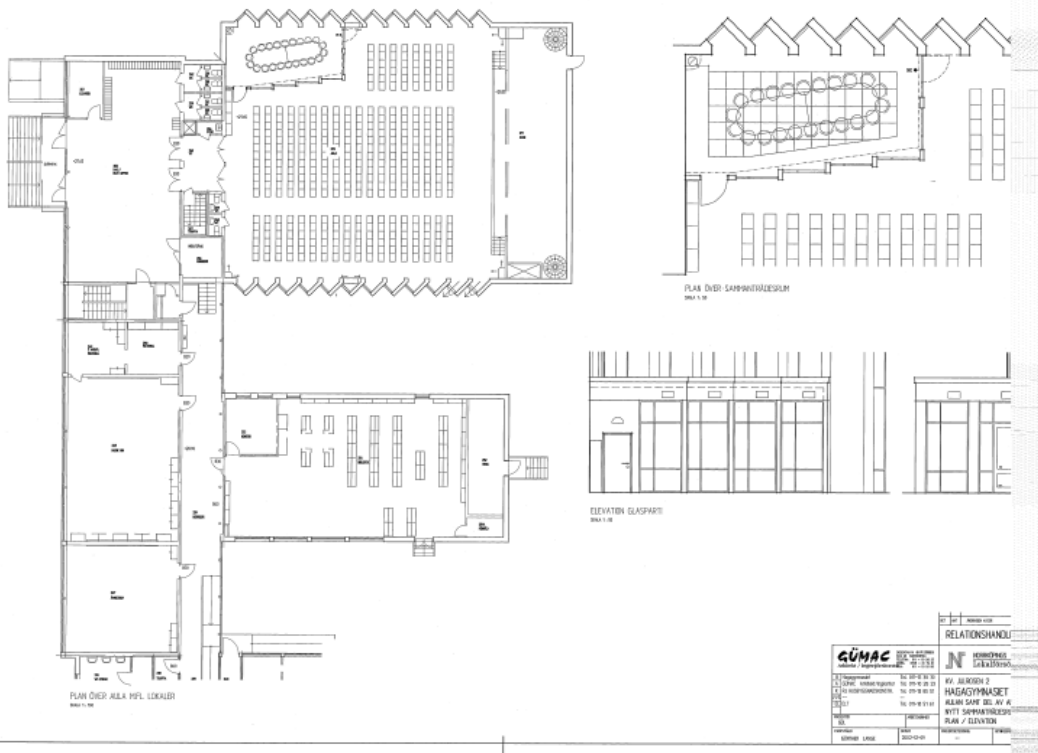
Husted, B., Brandteknik, Lunds tekniska högskola, föreläsning oktober 2005

McIntyre, C., Räddningsverket, statistikdokument

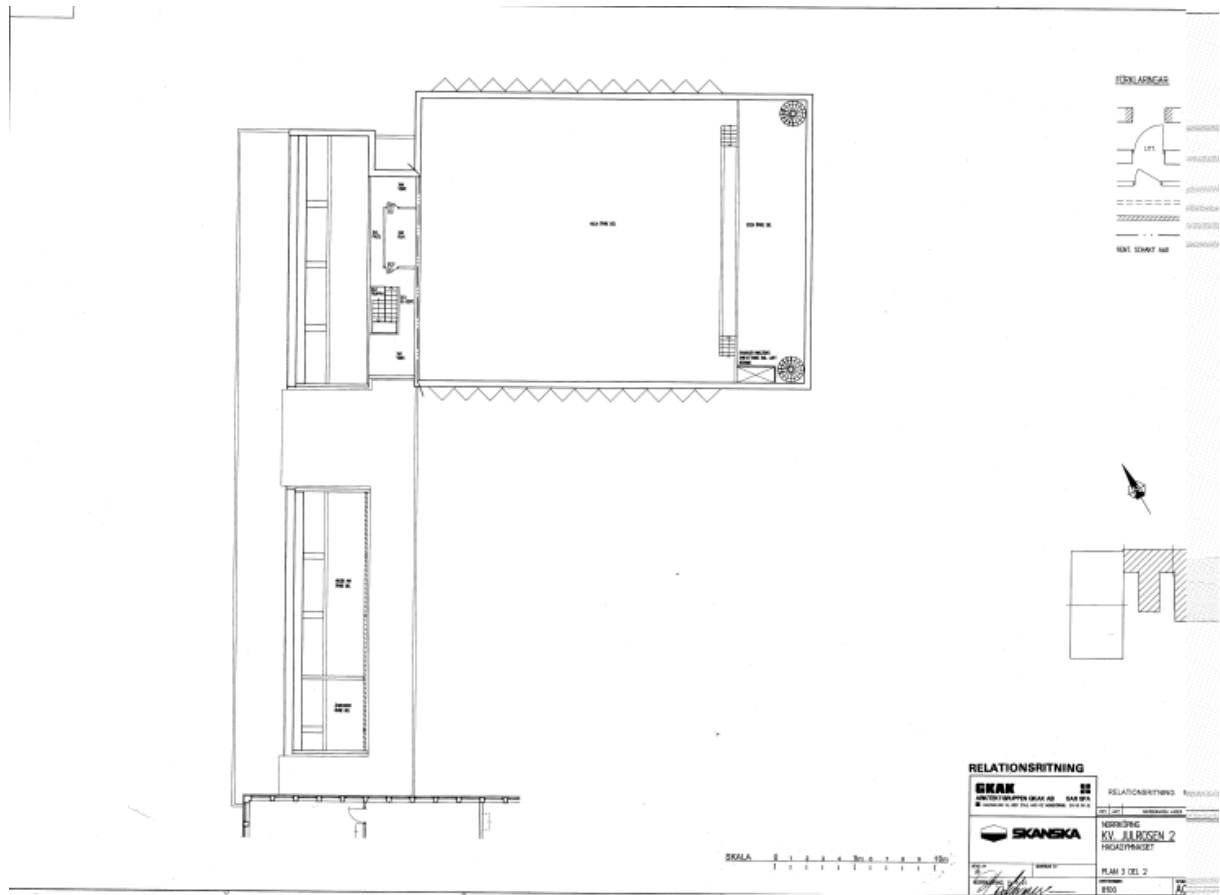
BILAGA 1 Ritningar



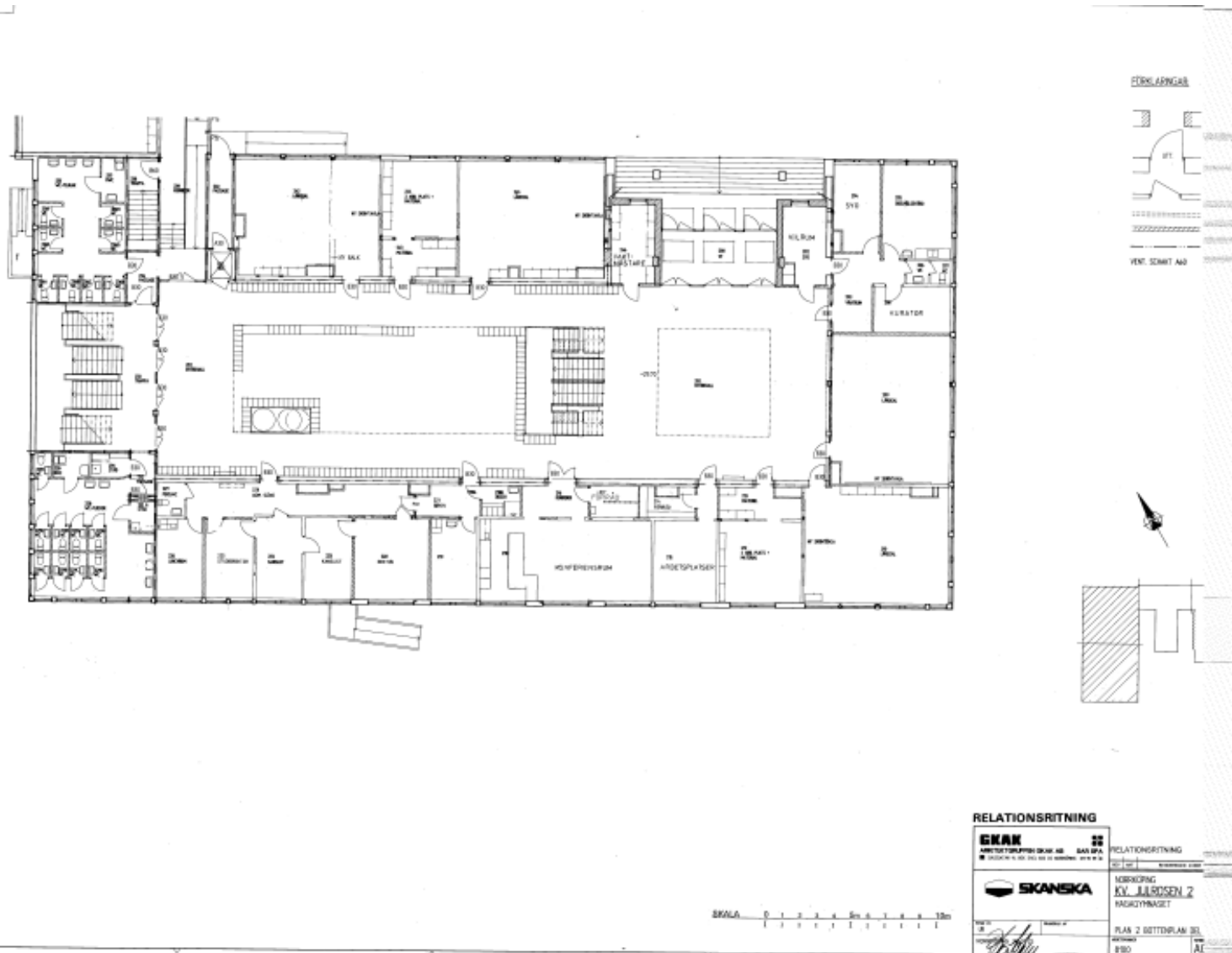
Figur B 1.1 Ritning över annexets källarplan, med bland annat cafeteria.



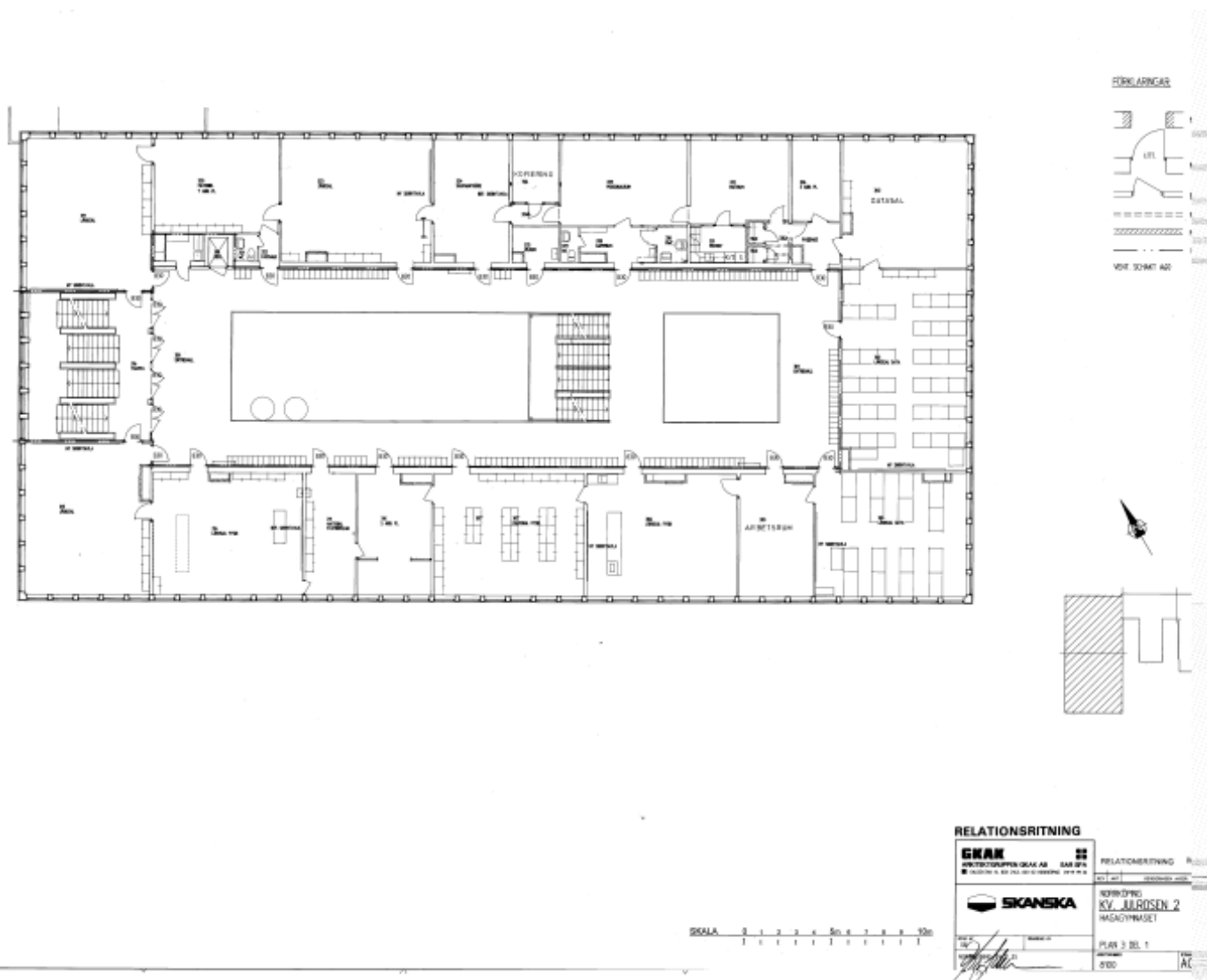
Figur B 1.2 Ritning över annexets markplan, med bland annat bibliotek och aula.



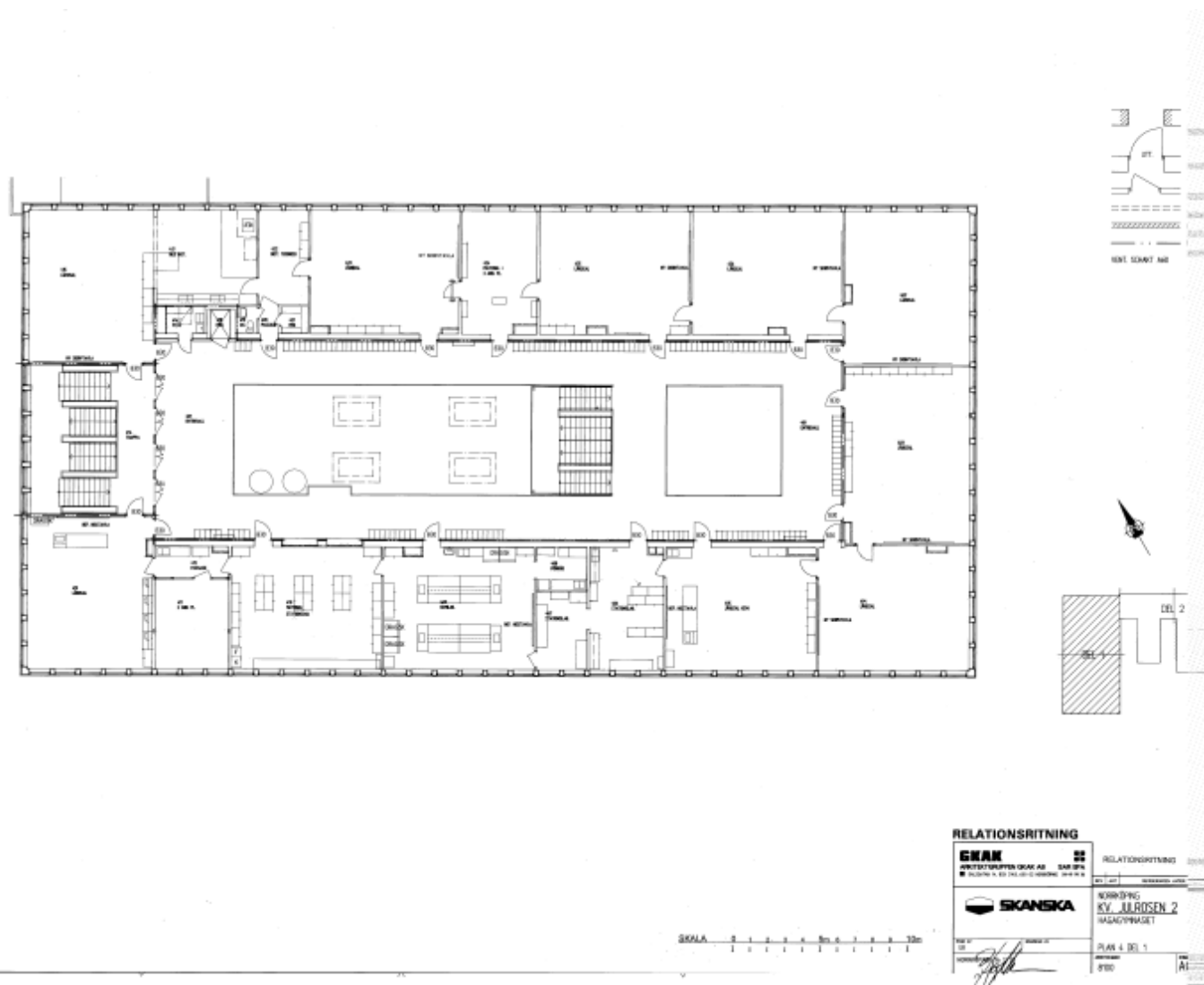
Figur B 1.3 Ritning över annexets takplan, med bland annat projektorrummet.



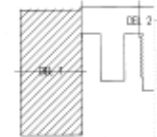
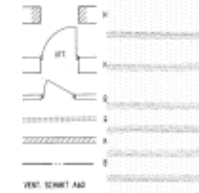
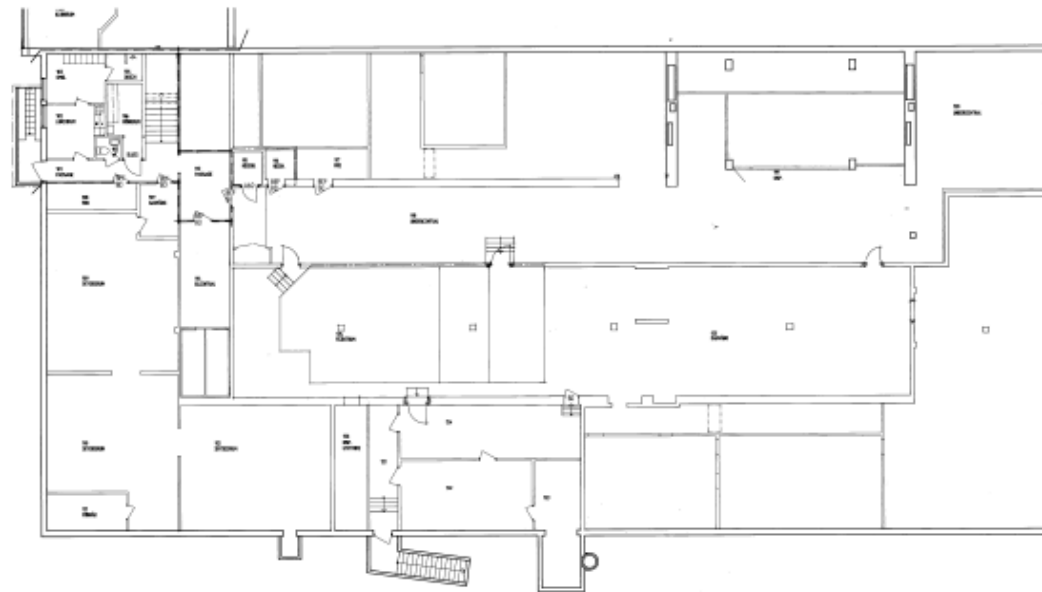
Figur B 1.4 Ritning över huvuddelens plan 2 (markplan).



Figur B 1.5 Ritning över huvuddelens plan 3, med bland annat datorsalar.



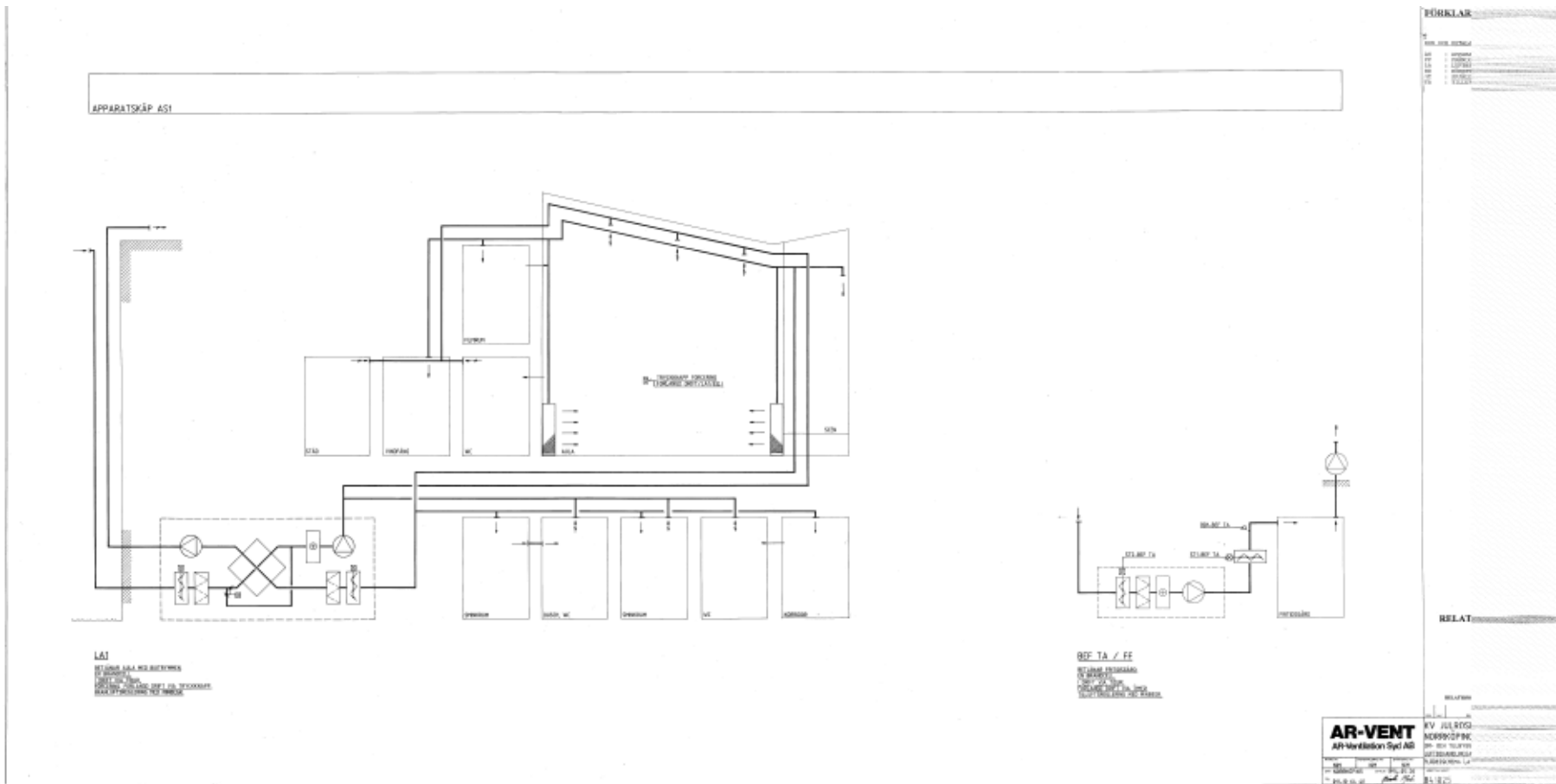
Figur B 1.6 Ritning över huvuddelens plan 4, med bland annat kemisalar.



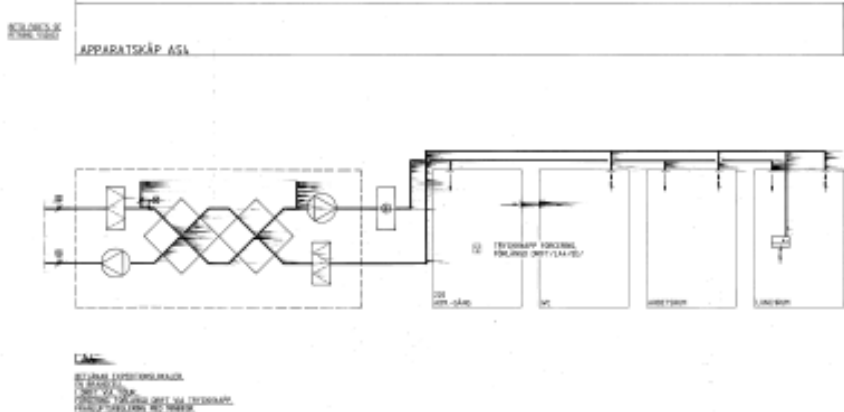
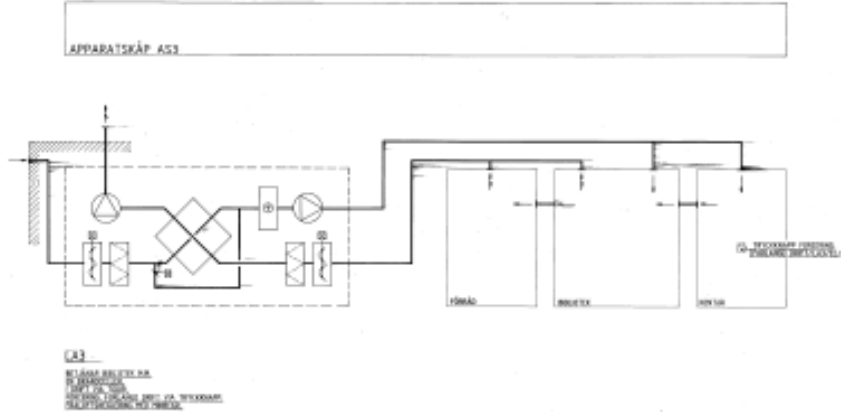
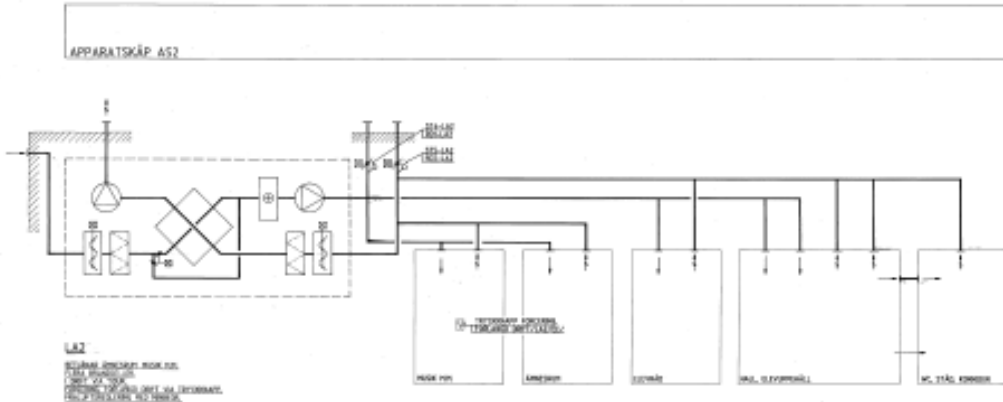
RELATIONSBRITNING

| | |
|--|----------------------|
| SKANSKA BYGGGROPPEN/SKANSKA AB | RELATIONSBRITNING |
| SKANSKA | MÖRKÖPING |
| | KV. JÜRGENSON 2 |
| | VEGADYSTRÅKET |
| | PLAN 1 KÄLLARPLAN BG |
| | BYGGNAD |
| | 8000 |
| | A |

Figur B 1.7 Ritning över huvuddelens plan 1 (källarplan).



Figur B 2.1 Ventilationen i aulan med tillhörande utrymmen (LA1).

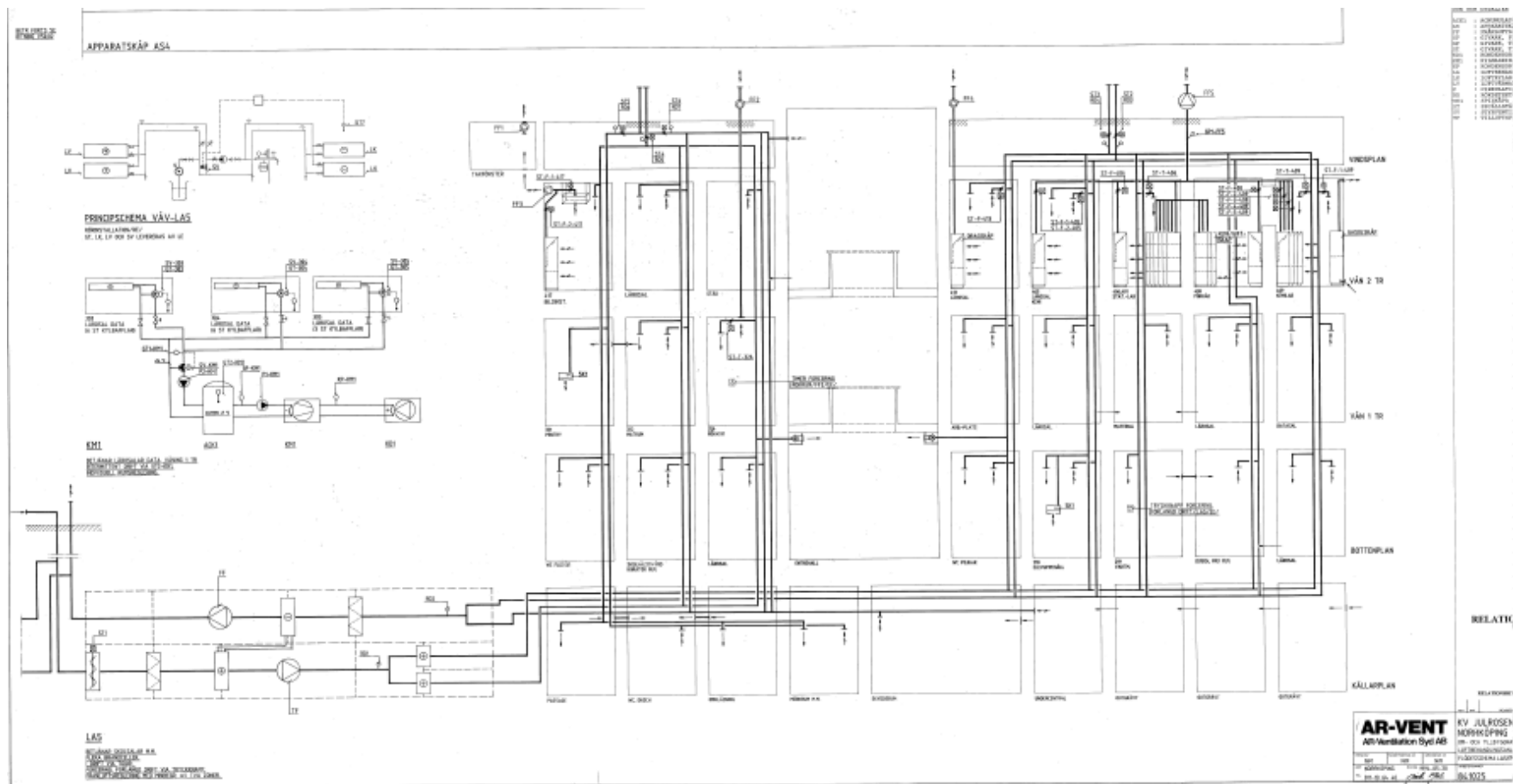


AR-VENT
 JAR-Ventilation Syst AB

SVENSKA
 SVENSKA
 SVENSKA
 SVENSKA
 SVENSKA

KV_111750
 (0508125)
 (05) 250 111750
 SVENSKA
 SVENSKA
 SVENSKA

Figur B 2.2 Ventilationssystem för klassrum m.m. i annexet (LA2), biblioteket (LA3) och administration m.m. i huvudbyggnaden (LA4).



Figur B 2.3 Ventilationssystemet i huvuddelen med atriet i mitten (LA5).

BILAGA 3 Detektorernas placering

OBS! Anläggarintyg skall åtföljas av registreringstabell

ANLÄGGAR INTYG

FÖR AUTOMATISK BRANDLARMANLÄGGNING

| | | | | | |
|--|-----------------------------------|---|---|--|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ny anläggning | <input type="checkbox"/> Utökning | <input checked="" type="checkbox"/> Ändring | Ers.tid anl.intyg: 97-06-11 | Anläggarfirmans anläggnings.nr. 1031 3007 | Fylls av förs.bol.besiktn.man |
| Anläggningsägare Norrköpings fastighet- och fritidsanläggning | | | Anläggningens omfattning Delövervakning av utrymningsvägar samt inom biblioteket och aula. | | |
| Postadress 601 81 NORRKÖPING | | | | | |
| Anläggningsadress HAGAGYMNASIET Hagagatan 36, Norrköping | | | Anl.skötare som erhållit instr. Ove Larsson | | Tfn (arbetstid) 011-153836 |

CENTRALUTRUSTNING - STYRFUNKTIONER - LARMKNAPPAR - SEKTIONER

| | | | | | |
|---|----------------------------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| Centralapparat CBA 2000/16 | Laddningsaggregat typ Inbyggt | Batterityp BS128 | Spänning 24 V | Kapacitet 12 Ah | Reservdrifttid 30 h |
| Inom anläggningen erhålles larm från: | | | | Fördel. på (ant. sekt) | Ent.bil.nr |
| <input checked="" type="checkbox"/> VD <input checked="" type="checkbox"/> RD <input type="checkbox"/> FD <input checked="" type="checkbox"/> LK <input type="checkbox"/> SPRINKLER <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> HALON | | | | 9 | 1 |

LARMDON-STYRFUNKTIONER-LARMÖVERFÖRING

| Larmdon BRAND typ | Antal | Placering | Styrs av sektion |
|-------------------|-------|---------------------------------------|------------------|
| CAB 19003 | 14 | Korridor, vilrum m.m. | Samtliga |
| CAB 19007 | 4 | Vilrum, elevrum m.m. | Samtliga |
| CAB 19007 | 2 | Lunchrum, omklädningsrum - källarplan | Samtliga |
| Hosiden Berson | 2 | Plan 4 | Samtliga |

| | |
|---|--|
| Brandlarm överförs inom anläggningen till | Genom/via <input type="checkbox"/> Personsökare <input type="checkbox"/> Driftlarm <input type="checkbox"/> |
| Felsignal överförs inom anläggningen till | Genom/via <input type="checkbox"/> Personsökare <input type="checkbox"/> Driftlarm <input type="checkbox"/> |
| Vid brandlarm utlöses | Ansluten till sektion |
| <input type="checkbox"/> HALON ANL. <input type="checkbox"/> CO ₂ ANL. <input type="checkbox"/> | |
| Vid brandlarm stänges branddörrar | |
| <input type="checkbox"/> Samtliga <input type="checkbox"/> Byggnadsvis <input type="checkbox"/> Planvis <input type="checkbox"/> Vid larm på sektion | |
| Vid brandlarm | |
| <input type="checkbox"/> Stoppas vent.agg. <input type="checkbox"/> Startas evak.fläktar <input type="checkbox"/> Öppnas rökluckor <input type="checkbox"/> Stoppas | |
| Övriga styrfunktioner | |
| I anläggningen finns | |
| <input type="checkbox"/> Frånkoppl. anordningen för detektorer/sektion | |
| <input type="checkbox"/> Larmlagringsenheten för sektion | |
| <input type="checkbox"/> Endast lokalt larm <input checked="" type="checkbox"/> Skall ansl. till larmcentral <input type="checkbox"/> Larmöverföring enligt intyg (datum) | |

UTFÖRANDE

Anläggningen är utförd enligt försäkringsbolagens nu gällande regler för automatisk brandlarmanläggning med endast följande avvikelser

Övriga noteringar (t ex ändring/utöknings omfattning)
Ändringen avser driftsättning av 2 st nys larmdon.

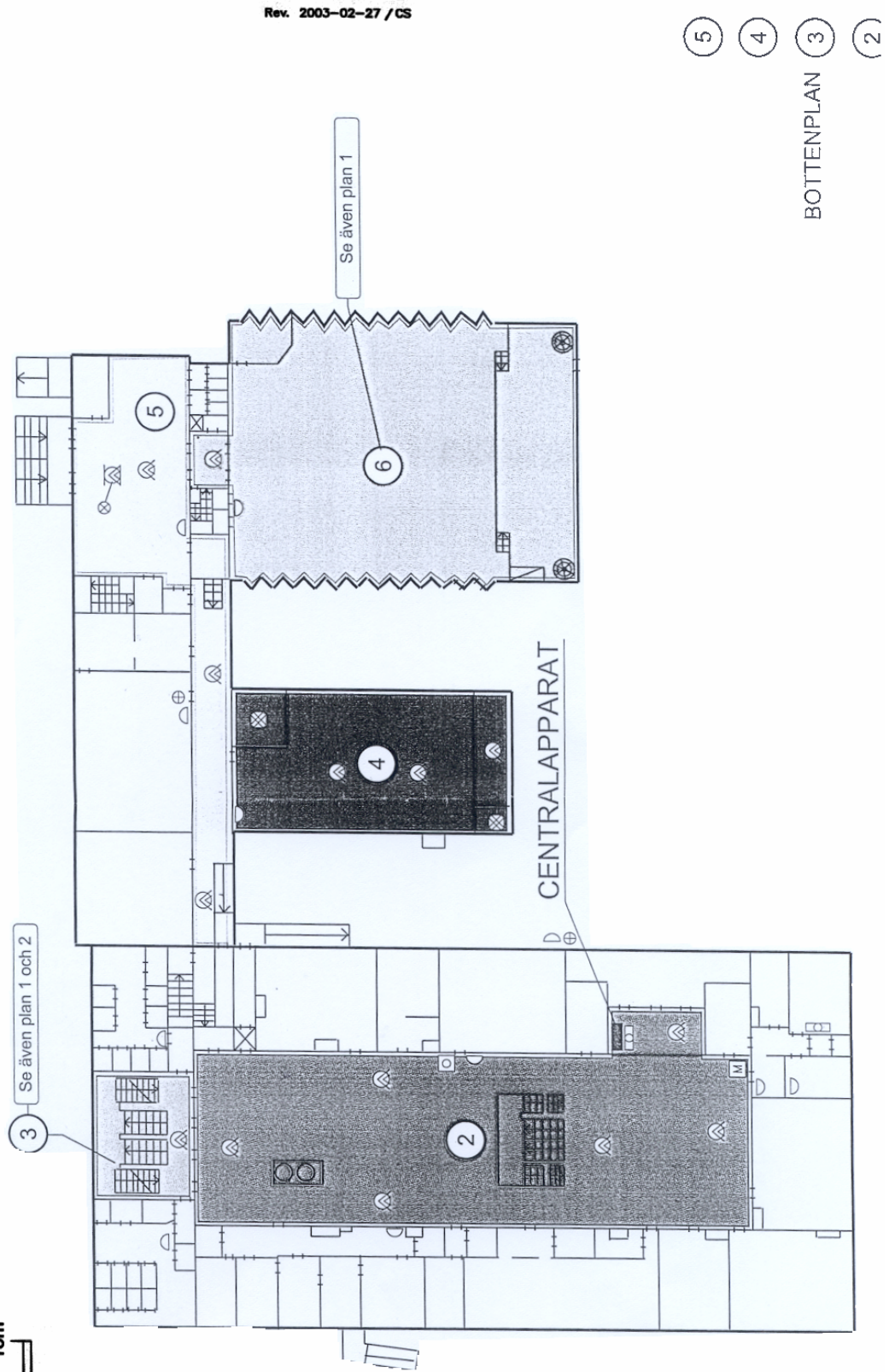
| | | |
|--|--|-------------------|
| Installationsfema BPA EI, Norrköping | Anläggn. kontr. av (anläggarfirmans besiktn.man) Peter Sandberg | Datum 98-12-14 |
| Inkoppling, igångsättning, isolationsmätning och avprovning har utförts med tillfredsställande resultat av undertecknade av försäkringsbolagen godkända anläggarföretag. | Anläggarfirma/underskrift/namn/förtydligande CERBERUS AB <i>Sven-Eric Steén</i> Sven-Eric Steén | |


Försäkringsförbundet RUS 103:3 Cerberus ABs utskrift efter medgivande av Försäkringsförbundet Rev. A 950410

HAGAGYMNASIET

SERVICERITNING

NORRÖPING

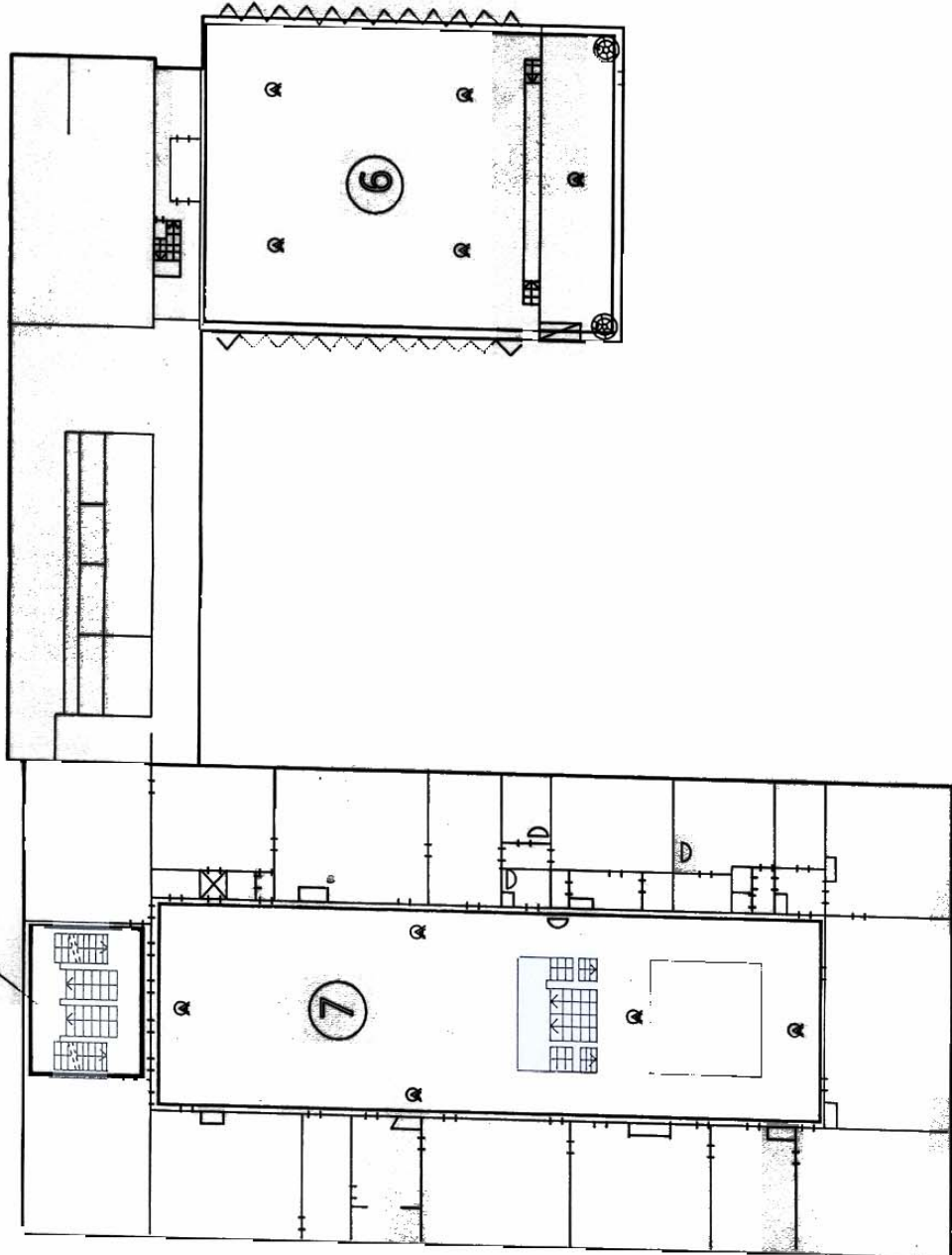


| | | |
|--|---|-------------------------|
|  CERBERUS Säkerhetsföretaget FÖR SERVICE RING 011-28 37 00 | ANLÄGGNINGSDRESS Hagagymnasiet Kv. Julrosen | CENTRAL_TYP CBA 2000 |
| | ANLÄGGNINGSNUMMER 1031 3007 | |

Hagagymnasiet

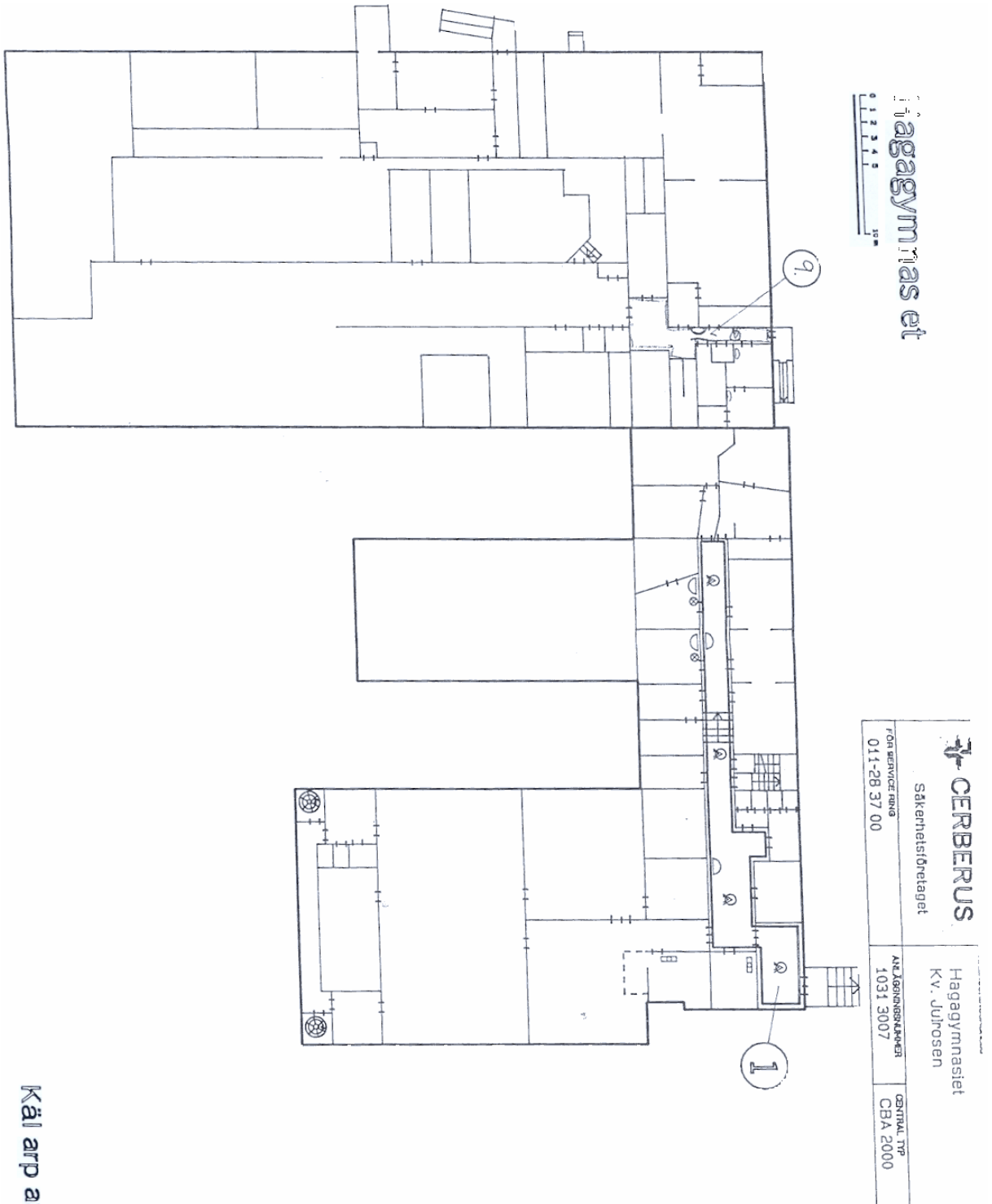


3 Se även bottenplan och plan 2



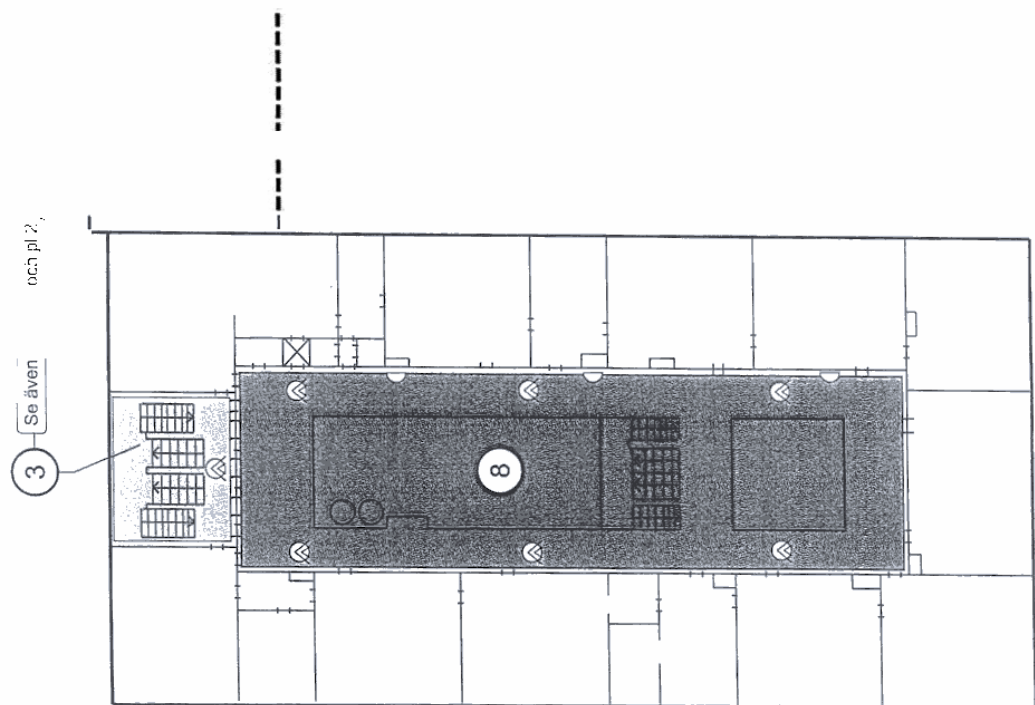
7 6

Plan 1



Käl ar p an

SERVICERITNING



8

BILAGA 4 Statistik

Statistik används för att bestämma sannolikheten för att olika scenarier ska kunna inträffa. Statistiken är hämtad från Räddningsverkets hemsida samt material från McIntyre. Samtliga tabeller gäller för hela riket.

Tabell B 4.1 visar räddningsledarnas preliminärbedömningar av vad som orsakat bränder för respektive typ av byggnad.

Tabell B 4.2 visar den preliminära brandorsaken för att brand uppstår i skolor mellan åren 1997-2004.

Tabell B 4.3 visar vilken som är den preliminära brandorsaken i skolor fördelat över tid på dygnet mellan åren 1997-2004.

Tabell B 4.4 visar i vilket utrymme som branden startar i för olika byggnader. Intressanta värden för objektet är fetmarkerade.

Tabell B 4.5 visar i vilket föremål som en brand startar i för olika typer av byggnader.

Tabell B 4.1 Brand i byggnad per objektstyp och preliminär brandorsak, 2003

| Preliminär brandorsak | Allmän byggnad | Bostad | Industri | Annan byggnad | Annan (specifierad) | Ej angiven/ i det fria | Totalt | |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|---------------------|------------------------|--------------------|-------------|
| | | | | | | | Antal ¹ | Andel |
| Anlagd med uppsåt | 447 | 447 | 36 | 90 | 131 | 30 | 1 181 | 10.7% |
| Barns lek med eld | 27 | 62 | 9 | 15 | 29 | 3 | 145 | 1.3% |
| Rökning | 79 | 209 | 5 | 3 | 4 | 1 | 301 | 2.7% |
| Fyrverkerier | 13 | 26 | | 4 | 2 | | 45 | 0.4% |
| Levande ljus | 104 | 227 | | 2 | 6 | 1 | 340 | 3.1% |
| Hantverkare | 24 | 43 | 68 | 18 | 6 | 1 | 160 | 1.4% |
| Explosion | 5 | 10 | 15 | 4 | 1 | | 35 | 0.3% |
| Tekniskt fel | 240 | 503 | 234 | 71 | 60 | 7 | 1 115 | 10.1% |
| Värmeöverföring | 145 | 407 | 287 | 68 | 75 | 10 | 992 | 9.0% |
| Soteld | 11 | 1225 | 9 | 10 | 6 | | 1 261 | 11.4% |
| Glömd spis | 179 | 809 | 11 | 1 | 7 | 2 | 1 009 | 9.1% |
| Gnistor | 14 | 198 | 148 | 65 | 44 | 7 | 476 | 4.3% |
| Blixtnedslag | 3 | 88 | 5 | 26 | 15 | | 137 | 1.2% |
| Självantändning | 36 | 75 | 101 | 23 | 10 | | 245 | 2.2% |
| Återantändning | 22 | 77 | 13 | 17 | 19 | 4 | 152 | 1.4% |
| Okänd | 336 | 1412 | 236 | 336 | 321 | 47 | 2 688 | 24.3% |
| Annan | 147 | 359 | 90 | 64 | 86 | 16 | 762 | 6.9% |
| Orsak ej angiven | | 4 | | | 2 | | 6 | 0.1% |
| Totalt | 1 832 | 6 181 | 1 267 | 817 | 824 | 129 | 11 050 | 100% |

1) Avser alla bränder i byggnader som föranlett räddningsinsatser inom området.

Tabell B 4.2 Preliminär brandorsak i skolor mellan åren 1997-2004

| Preliminär brandorsak | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Totalt |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Orsak ej angiven | 85 | 57 | 65 | 63 | 53 | 49 | 65 | 58 | 495 |
| Återtändning | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 17 |
| Anlagd med uppsåt | 130 | 120 | 163 | 159 | 159 | 139 | 162 | 164 | 1196 |
| Barns lek med eld | 30 | 16 | 19 | 26 | 19 | 17 | 14 | 13 | 154 |
| Glömd spis | 10 | 13 | 12 | 14 | 9 | 17 | 13 | 13 | 101 |
| Rökning | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 18 |
| Levande ljus | 4 | 9 | 6 | 7 | 7 | 6 | 8 | 6 | 53 |
| Tekniskt fel | 22 | 29 | 31 | 22 | 32 | 32 | 32 | 32 | 232 |
| Blixtnedslag | | | | | 1 | 1 | | 10 | 12 |
| Fyrverkerier | 8 | 9 | 6 | 8 | 1 | 3 | 8 | | 43 |
| Hantverkare | 8 | 6 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 6 | 35 |
| Explosion | | | | | 3 | 1 | 23 | 1 | 28 |
| Soteld | 2 | | 2 | | 1 | | | 1 | 6 |
| Värmeöverföring | 11 | 15 | 22 | 18 | 12 | 17 | | 7 | 102 |
| Gnistor | 2 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 26 |
| Självantändning | 6 | 5 | 7 | 8 | 4 | 4 | 4 | 14 | 52 |
| Annan | 24 | 19 | 20 | 8 | 14 | 11 | 14 | 11 | 121 |
| Totalt | 347 | 307 | 363 | 345 | 326 | 307 | 355 | 341 | 2691 |

Tabell B 4.3 Preliminär brandorsak i skolor fördelad efter tid på dygnet, 1997 - 2004

| Preliminär brandorsak | Tidpunkt på dygnet | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | 00- 01 | 01- 02 | 02- 03 | 03-04 | 04-05 | 05- 06 | 06- 07 | 07- 08 | 08- 09 | 09- 10 | 10- 11 |
| Orsak ej angiven | 22 | 21 | 19 | 18 | 8 | 7 | 10 | 9 | 13 | 13 | 21 |
| Återantändning | 1 | | 1 | | | | 2 | | 2 | 1 | 1 |
| Anlagd med uppsåt | 42 | 36 | 36 | 24 | 18 | 9 | 14 | 8 | 16 | 45 | 73 |
| Barns lek med eld | | | 1 | | | | 1 | | 4 | 7 | 9 |
| Glömd spis | | 2 | | 1 | 2 | | 3 | 4 | 7 | 6 | 11 |
| Rökning | 1 | | 1 | | | 2 | | | 1 | 2 | |
| Levande ljus | | 1 | | 1 | | | | 3 | 1 | 10 | 5 |
| Tekniskt fel | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 | 13 | 14 | 16 | 18 |
| Blixtnedslag | | | | | | | | | | | |
| Fyrverkerier | 5 | | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | 2 | 1 |
| Hantverkare | | | | | | | | | 3 | 1 | 5 |
| Explosion | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | |
| Soteld | | | | | | | | | | | |
| Värmeöverföring | 1 | | 2 | | 1 | | 3 | 1 | 5 | 7 | 15 |
| Gnistor | 1 | 1 | | | | | | | 2 | 1 | 1 |
| Självantändning | 2 | 1 | 3 | | | | 6 | 3 | | 6 | 3 |
| Annan | 2 | 3 | 2 | | 1 | 2 | 5 | 4 | 7 | 8 | 10 |
| Totalt | 78 | 67 | 69 | 46 | 32 | 21 | 50 | 46 | 76 | 126 | 173 |

| 11- 12 | 12- 13 | 13- 14 | 14- 15 | 15- 16 | 16- 17 | 17- 18 | 18- 19 | 19- 20 | 20- 21 | 21- 22 | 22- 23 | 23- 24 | Uppgift saknas | Totalt |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------------|-------------|
| 20 | 26 | 28 | 33 | 24 | 15 | 17 | 16 | 26 | 23 | 18 | 23 | 21 | 44 | 495 |
| | | | | | | 2 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 15 |
| 89 | 125 | 122 | 97 | 59 | 38 | 34 | 45 | 50 | 59 | 66 | 44 | 37 | 10 | 1196 |
| 14 | 22 | 26 | 13 | 16 | 9 | 6 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 1 | 2 | 154 |
| 11 | 4 | 8 | 14 | 5 | 8 | 1 | 3 | 5 | | | 3 | | 3 | 98 |
| 6 | | 1 | 2 | 1 | 1 | | 3 | 3 | | | | | | 24 |
| 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | | | 2 | 2 | 51 |
| 17 | 17 | 17 | 11 | 18 | 12 | 12 | 13 | 6 | 14 | 6 | 7 | 5 | 3 | 229 |
| | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | 3 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 6 | 1 | 3 | 7 | 9 | 5 | | 53 |
| 4 | 5 | 4 | 6 | 2 | | 1 | 2 | | | | 1 | | | 34 |
| 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 7 |
| 1 | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | 4 |
| 15 | 7 | 3 | 12 | 7 | 7 | 5 | 7 | 8 | 5 | 3 | 5 | | 3 | 119 |
| 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 1 | | 1 | 1 | 3 | | | | 26 |
| 4 | 3 | 5 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | | 2 | 2 | 2 | | 1 | 52 |
| 11 | 11 | 10 | 5 | 6 | 5 | 4 | 1 | 3 | 9 | 1 | 6 | 1 | 1 | 117 |
| 205 | 228 | 230 | 200 | 149 | 101 | 88 | 103 | 112 | 126 | 113 | 108 | 73 | 71 | 2691 |

Tabell B 4.4 Startutrymme för brand i respektive typ av byggnad

| Startutrymme ¹ | Allmän byggnad | Bostad | Industri | Annan byggnad | Annan (specifierad) | Ej angiven / I det fria | Totalt | |
|-------------------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|---------------------|-------------------------|---------------|--------------------|
| | | | | | | | Antal | Andel ² |
| Ej angivet | 2 | 5 | | | | 1 | 8 | 0.1% |
| Utomhus | 110 | 176 | 27 | 51 | 43 | 27 | 434 | 3.9% |
| Fristående förråd/uthus | 55 | 93 | 22 | 106 | 238 | 36 | 550 | 5.0% |
| Förråd | 51 | 92 | 21 | 17 | 49 | 7 | 237 | 2.1% |
| Fristående garage | 4 | 45 | 13 | 68 | 67 | | 197 | 1.8% |
| Inbyggt garage | 3 | 49 | 7 | 48 | 18 | | 125 | 1.1% |
| Radgarage | 1 | 5 | 2 | 13 | 11 | | 32 | 0.3% |
| Kök | 378 | 1 405 | 13 | 4 | 12 | 5 | 1 817 | 16.4% |
| Skorsten | 16 | 1 337 | 11 | 15 | 12 | 1 | 1 392 | 12.6% |
| Pannrum | 21 | 258 | 50 | 57 | 23 | 1 | 410 | 3.7% |
| Luftbehandlingsutrymme | 26 | 4 | 41 | 1 | 3 | | 75 | 0.7% |
| Soprum/sopnedkast | 28 | 260 | | 67 | 40 | 3 | 398 | 3.6% |
| Trapphus/korridor | 103 | 182 | 5 | 3 | 4 | 1 | 298 | 2.7% |
| Tvättstuga | 23 | 203 | 3 | 2 | 10 | | 241 | 2.2% |
| Badrum/toalett/bastu | 98 | 123 | 4 | | 35 | 3 | 263 | 2.4% |
| Vardagsrum | 69 | 526 | | 1 | 2 | | 598 | 5.4% |
| Sovrum/sovsal | 140 | 298 | 2 | 3 | 5 | 2 | 450 | 4.1% |
| Hall | 29 | 110 | 2 | 1 | 1 | | 143 | 1.3% |
| Verkstad/hobbyrum | 22 | 9 | 75 | 16 | 8 | 2 | 132 | 1.2% |
| Vind | 27 | 163 | 7 | 7 | 4 | | 208 | 1.9% |
| Källare (ej boyta) | 35 | 225 | 11 | 2 | 6 | | 279 | 2.5% |
| Balkong/loftgång | 10 | 178 | 1 | | | 1 | 190 | 1.7% |
| Elcentral | 54 | 31 | 63 | 22 | 11 | 4 | 185 | 1.7% |
| Produktionslokal | 13 | 2 | 567 | 20 | 12 | 2 | 616 | 5.6% |
| Försäljningslokal | 70 | 4 | 3 | 6 | 5 | 1 | 89 | 0.8% |
| Samlingslokal | 129 | 4 | 4 | | 13 | 1 | 151 | 1.4% |
| Personalutrymme | 43 | 2 | 18 | 2 | 3 | 3 | 71 | 0.6% |
| Kontor | 32 | 4 | 16 | | 5 | | 57 | 0.5% |
| Datacentral | 12 | | 5 | | 2 | | 19 | 0.2% |
| Lastbrygga | 12 | | 3 | | 3 | 1 | 19 | 0.2% |
| Lager | 22 | 3 | 55 | 7 | 6 | | 93 | 0.8% |
| Upplag | 1 | 3 | 8 | 19 | 4 | 1 | 36 | 0.3% |
| Djurstall | | | | 45 | 12 | | 57 | 0.5% |
| Höupplag/loge/lada | 2 | 2 | 3 | 104 | 13 | | 124 | 1.1% |
| Cistern | 2 | | 5 | 1 | | | 8 | 0.1% |
| Silo | | | 39 | 22 | 4 | | 65 | 0.6% |
| Okänd | 27 | 283 | 15 | 34 | 35 | 4 | 398 | 3.6% |
| Annat | 237 | 279 | 195 | 104 | 144 | 30 | 989 | 9.0% |
| Totalt antal bränder | 1 832 | 6 181 | 1 267 | 817 | 824 | 129 | 11 050 | |

1) En brand kan ha flera startutrymmen.

2) Andel beräknas på totalt antal bränder.

Tabell B 4.5 Startföremål för bränder i respektive typ av byggnad

| Startföremål ¹ | Allmän byggnad | Bostad | Industri | Annan byggnad | Annan (specifierad) | Ej angiven / I det fria | Totalt | |
|---------------------------|----------------|--------|----------|---------------|---------------------|-------------------------|--------|--------------------|
| | | | | | | | Antal | Andel ² |
| Ej angivet | 1 | 3 | | | | 1 | 5 | 0.0% |
| Byggnadens utsida | 135 | 252 | 56 | 75 | 103 | 23 | 644 | 5.8% |
| Rökkanal | 19 | 1 221 | 26 | 20 | 27 | 1 | 1 314 | 11.9% |
| Lös inredning | 342 | 719 | 51 | 65 | 89 | 8 | 1 274 | 11.5% |
| Eldstad | 18 | 398 | 23 | 26 | 38 | 4 | 507 | 4.6% |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|
| Uppvärmningsanordning | 30 | 157 | 88 | 41 | 22 | 4 | 342 | 3.1% |
| Bastuaggregat | 20 | 46 | 3 | 2 | 26 | 1 | 98 | 0.9% |
| Torktumlare | 11 | 66 | 3 | | 4 | | 84 | 0.8% |
| Torkskåp | 5 | 13 | 1 | 1 | 1 | | 21 | 0.2% |
| Diskmaskin | 10 | 30 | 2 | | | | 42 | 0.4% |
| Kaffebryggare | 15 | 6 | 2 | | 1 | | 24 | 0.2% |
| Spis | 224 | 880 | 16 | 3 | 6 | 3 | 1 132 | 10.2% |
| Kyl/frys | 20 | 50 | 5 | | 7 | | 82 | 0.7% |
| Tvättmaskin | 10 | 110 | 3 | 2 | 4 | | 129 | 1.2% |
| TV | 7 | 101 | | | | | 108 | 1.0% |
| Stereo/video | 1 | 7 | | | | | 8 | 0.1% |
| Strykjärn | 1 | 7 | 1 | | | | 9 | 0.1% |
| Glödlampa | 16 | 40 | 3 | 5 | 2 | 1 | 67 | 0.6% |
| Lysrör | 57 | 27 | 16 | 9 | 4 | | 113 | 1.0% |
| Transformator | 16 | 5 | 27 | 10 | 9 | 2 | 69 | 0.6% |
| Andra elinstallationer | 126 | 174 | 87 | 40 | 26 | 6 | 459 | 4.2% |
| Fläkt/ ventilationsanläggning | 34 | 73 | 107 | 14 | 6 | | 234 | 2.1% |
| Skräp i container | 44 | 106 | 18 | 59 | 36 | 4 | 267 | 2.4% |
| Maskin | 15 | 4 | 257 | 25 | 5 | 1 | 307 | 2.8% |
| Personbil | 9 | 26 | 22 | 56 | 28 | 3 | 144 | 1.3% |
| Övriga vägfordon | | 6 | 4 | 2 | 6 | 1 | 19 | 0.2% |
| Explosivt-/sprängämne | 3 | 6 | 2 | 2 | 1 | | 14 | 0.1% |
| Brandfarlig vätska | 26 | 34 | 22 | 5 | 16 | 2 | 105 | 1.0% |
| Brandfarlig gas | 2 | 12 | 4 | 4 | 2 | 2 | 26 | 0.2% |
| Tåg | | | | | | | 0 | 0.0% |
| Okänd | 128 | 718 | 104 | 203 | 223 | 29 | 1 405 | 12.7% |
| Annat | 538 | 1 059 | 353 | 172 | 151 | 38 | 2 311 | 20.9% |
| | | 6 356 | | | | | | |
| Totalt antal bränder | 1 832 | 6 181 | 1 267 | 817 | 824 | 129 | 11 050 | 100% |

- 1) En brand kan ha flera startföremål.
- 2) Andel beräknas på totalt antal bränder.

BILAGA 5 Effektkurvor

Scenario Atrium

I atriet används en dimensionerande brand. Följande referenser används för att fastställa tillväxthastigheten (α -värdet) på atriumbrandens effektutveckling:

- ***Enclosure Fire Dynamics, Karlsson, B. & Quintiere, J. G. (2002)***

Enligt Karlsson, B. & Quintiere, J.G bör skolor och kontor dimensioneras med effektutvecklingen α^2 *fast*.

- ***NFSC, Natural Fire Safety Concept (sammanfattning), Schleich, J.B. (2001)***

Enligt Schleich, J.B. bör skolor dimensioneras med effektutvecklingen α^2 *medium*.

- ***Fire safety engineering in buildings, BSI (1997)***

Enligt BSI bör kontor dimensioneras med effektutvecklingen α^2 *medium*. BSI föreslår att brand dimensioneras med en värmeutveckling per kvadratmeter för olika typer av byggnader. För kontor är värdet 250 kW/m².

Trots att två av referenserna väljer en effektutveckling med α^2 *medium*, väljs tillväxthastigheten *fast* för att få konservativa värden. Detta ger ett α -värde på 0,047 kW/s². För övrigt verkar BSI:s riktvärde på 250 kW/m² vara rimligt för den dimensionerande branden i atriet. Denna brand antas ha arean 7×6 m² vilket resulterar i en maximal effekt på 10,5 MW (7×6×250).

Scenario Datorsal

I datorsalen simuleras två brandscenarier. Dels en som startar i en arbetsplats och sprider sig till ett flertal andra arbetsplatser och dels en som startar i en papperskorg och sprider sig till en bokhylla bokhylla.

Datorbrand

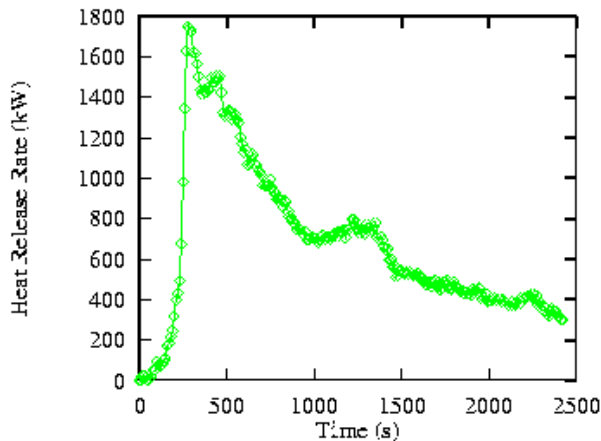
Följande referenser beaktas vid bestämning av tillväxthastigheten (α -värdet) för brand i datorarbetsplats:

- ***Enclosure Fire Dynamics, Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002)***

Enligt Karlsson, B. & Quintiere J G. bör skolor och kontor dimensioneras med effektutvecklingen α^2 *fast*.

- ***NIST, National Institute of Standards and Technology (2002)***

NIST har samlat en mängd experimentell data, där försöket med Two panel workstation ansåg stämma bäst överens med datorsalens förutsättningar.



Figur B 5.1 Effekttutvecklingskurvan för Two panel workstation.

Two panel workstation är ett försök med en arbetsplats i ett konstruerat hörn. Arbetsplatsen består bl.a. av en dator, vadderad kontorsstol och en lite papperskorg som utgjorde startkällan. Tillväxtkurvan motsvarar *medium*, α^2 , maxeffekten är ca 1,8 MW.

- **Initial fires, Särndqvist, S (1993)**

Försök Offices Y0/23 (se figur B 5.2) visar effekttutvecklingen för ett kontor som består av ett skrivbord och en bokhylla samt ca 50 kg papper. Tillväxthastigheten motsvarar en α^2 som är *långsammare än slow*, och maxeffekten ca 2 MW.

Offices

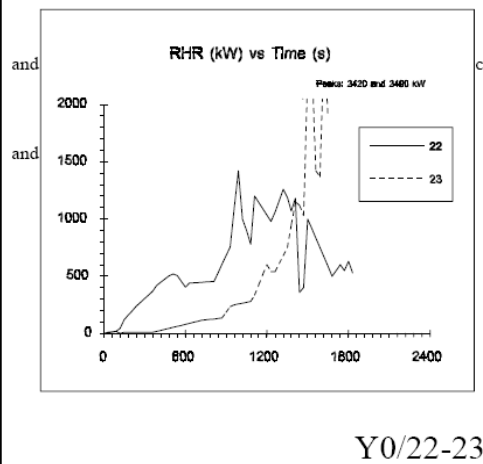
Computer work station with a computer desk and a bookcase at right angles to each other.

Computer desk: The desk had a set of 4 shelves above
Plastic laminate covered 16 mm hardboard
Size: 0.60 / 0.24 x 1.24 x 1.52 m²
Mass: 58.1 kg
Paper load: 44.9 kg distributed on the 4 shelves

Book case: 5 shelf construction
Plastic laminate covered 16 mm hardboard
Size: 0.3 x 0.91 x 1.83 m²
Mass: 46.3 kg
Paper load: 72.6 kg distributed on the 5 shelves.

22:
Freeburning
Test 101

23:
In room
Test 102



Figur B 5.2 Effekttutvecklingskurvan för Offices Y0/23

- **NFSC, Natural Fire Safety Concept (sammanfattning), Schleich, J.B. (2001)**
Enligt Schleich, J.B. bör skolor dimensioneras med effekttutvecklingen α^2 *medium*.

- **Fire safety engineering in buildings, BSI (1997)**
Enligt BSI bör kontor dimensioneras med effekttutvecklingen α^2 *medium*. BSI föreslår att brand dimensioneras med en värmeutveckling per kvadratmeter för olika typer av byggnader. För kontor är värdet 250 kW/m².

- **SFPE, Fire Protection Engineering. (2002)**

För att bilda en uppfattning hur datorer brinner har figur 3-1.29 studerats. Den visar effektutvecklingen för paketerade datorer.

Utifrån detta väljs en effektutveckling med tillväxthastigheten *medium*. Detta ger ett α -värde på $0,012 \text{ kW/m}^2$. BSI ger ett riktvärde för den maximala effektutvecklingen på 250 kW/m^2 . Efter uppskattningar antas en maximal effekt på 6,5 MW.

Brand i papperskorg

Följande referens har används för bestämning av effektutvecklingen när det brinner i papperskorgen och bokhyllan:

- **Initial fires, Särndqvist, S (1993)**

Rubbish sacks

20: One sack
Filling: straw, grass and duff
Mass: 4.1 kg

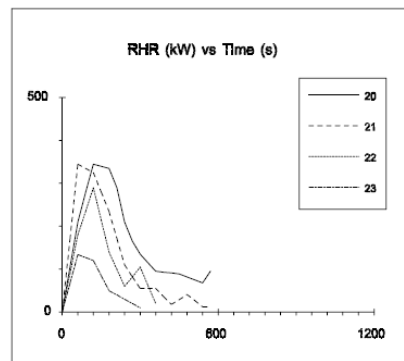
21: Three sacks
Filling: paper rubbish
Mass: 3.51 kg

22: Two sacks
Filling: paper rubbish
Mass: 2.34 kg

23: One sack
Filling: paper rubbish
Mass: 1.17 kg

Test procedure:
Method: Freeburning in furniture calorimeter

Y3.4/20-23



Figur B 5.3 Effektutvecklingskurvan för Rubbish sacks Y3.4/20-23

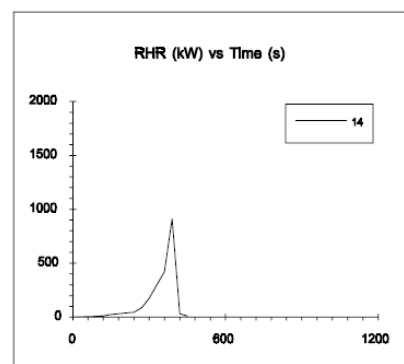
Office storage

14: Book case with file holders
3 shelve book case
Frame: Fibre board and hard board (back)
Size: $0.64 \times 0.38 \times 1.22 \text{ m}^3$
Mass: 19.1 kg
Load: Paper in 15 open top PS file holders
Mass: 3.8 kg (PS) + 7.0 kg (paper) distr. on 3 shelves

Test procedure:
Method: Freeburning in furniture calorimeter
Ignition source: Cigarette lighter

Note:
The plastic were melting, making a liquid pool fire on the floor under the book case

Y3.3/14



Figur B 5.4 Effektutvecklingskurvan för Office storage Y3.3/14

- **SFPE, Fire Protection Engineering. (2002)**

Figur 3-1.50 visar hur effektutvecklingen beror på papprets densitet

Scenario Cafeteria

I cafeterian simuleras två scenarier, dels en brand i cafédisken och dels en i köket.

Brand i Cafédisken

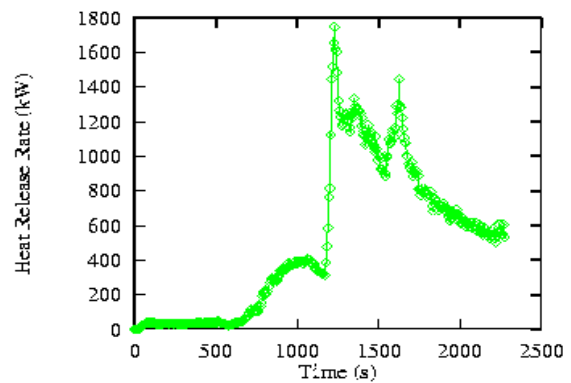
Ett par försök på kioskbränder har hittats:

- **NIST**

På NIST's hemsida finns ett försök som har utförts av Western Fire Center på en kiosk. Kiosken som användes i försöken såg ut som i figur B 5.5. Effektkurvan som uppmättes presenteras i figur B 5.6.



Figur B 5.5 Kiosken i NIST's försök.



Figur B 5.6 Effekttutvecklingen för kiosken i NIST's försök.

- **International Conference Luxemburg**

Från "International Conference" fås ett värde på den maximala effekttutvecklingen på 6,5 MW.

Cafédisken borde rimligtvis ligga någonstans mellan dessa två värden. Kiosken i NIST's försök verkar vara ganska lik när det gäller material och innehåll men är mindre vilket gör att den maximala effekttutvecklingen borde öka. Kiosken från International Conference Luxemburg är betydligt större. Högsta effekttutveckling för cafédisken valdes därför till 2,5 MW och resten av kurvan anpassades i förhållande till detta värde. I övrigt antogs en liknande utveckling av effekten som den i NIST's försök.

Brand i Köket

Framtagning av α -värde:

- **Enclosure Fire Dynamics, Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002)**

Enligt Karlsson, B. & Quintiere J G. bör bostäder dimensioneras med effekttutvecklingen α^2 medium, 0,012 kW/s². Skolor bör dimensioneras med α^2 fast, 0,047 kW/s².

- **NFSC, Natural Fire Safety Concept (sammanfattning), Schleich, J.B. (2001)**

Enligt Schleich, J.B. bör skolor dimensioneras med effekttutvecklingen α^2 medium.

- **SP rapport Design Fires For Enclosures (2004)**

I rapporten har man använt värden från NKB (Nordic Committee on Building Regulations). Där anges 12 W/s^2 (*medium*) för dwellings och 50 W/s^2 (*fast*) för skolor.

Framtagning av maxeffektvärde:

- **“Case Studies volume 1”**

Det har gjorts ett försök med ett restaurangkök där branden startar i en papperskorg och sedan sprider sig till bl.a. oljor. Från detta försök fås ett värde på $0-1000 \text{ kW/m}^2$.

- **SP-rapport om Växjöbranden**

Värden från Växjöbranden ger ett maxvärde på $2,4 \text{ MW}$ för ett normalt möblerat rum på ca 12 m^2 .

- **Enclosure Fire Dynamics, Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002)**

Karlsson, B. & Quintiere J G. beskriver ett försök som gjorts på Brandteknik i Lund där man möblerat ett rum som är något mindre till ytan än köket i skolan ($8,6 \text{ m}^2$ mot 14 m^2) och fått fram en maxeffekt på $1,7 \text{ MW}$.

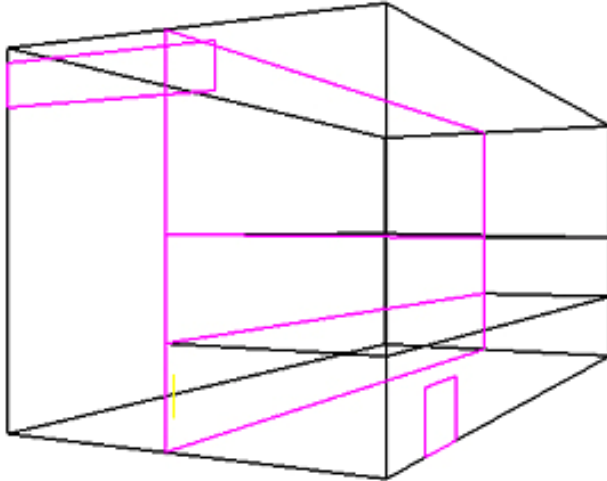
Det är troligare att brandutvecklingen i köket liknar den för en bostad än för en skola. α -värdet sätts därför till *medium* ($0,012 \text{ kW/s}^2$).

Cafeteriaköket är förhållandevis litet och innehåller inte lika mycket oljor etc. som ett restaurangkök. Därför uppskattas 300 kW/m^2 vara ett bra värde på effektutvecklingen. Detta ger en maximal effektutveckling på 3500 kW för hela köket. Det värdet skulle också kunna stämma bra jämfört med de båda värdena från bostäder där rummen är mindre än cafeterians kök men skulle kunna motsvaras i brandbelastning per kvadratmeter.

BILAGA 6 Simulering i tvåzonsmodell

Scenario Atriet

Atriet har ett sluttande tak som det inte tas någon hänsyn till. Av ritningstekniska skäl förenklas loftgångarna på varje plan till att bilda öppna rum anslutna till atriet på olika plan (se figur B 6.1).



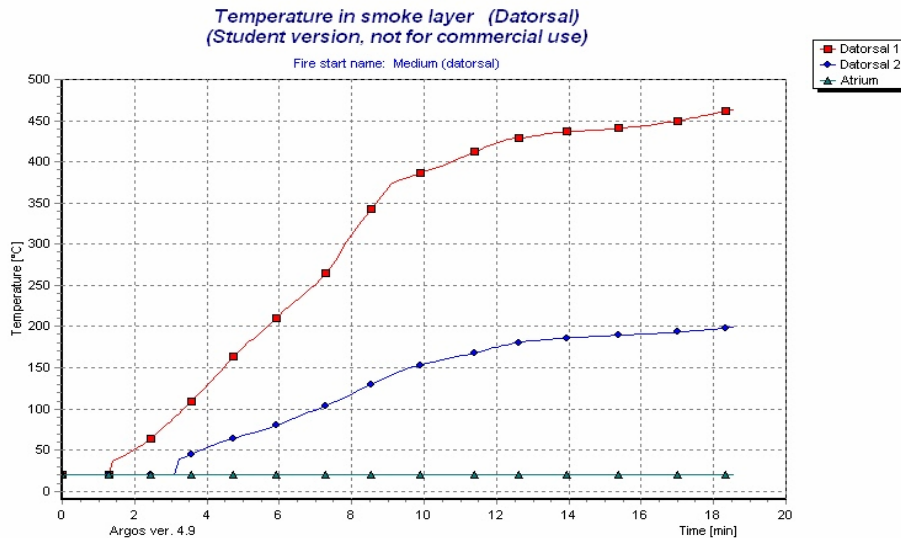
Figur B 6.1 Visar atriet i smokeview

Detta är möjligt då CFAST är en tvåzonsmodell där transporten av brandgaser sker momentant. Antalet öppningar till det förenklas till två, huvudentrén samt fönster för brandgasventilation. I bottenplan antas alla öppningar mot atriet till en area på tre standarddörrar, dessa placeras där huvudingången är belägen. Öppning i bottenplan simuleras alltid som öppen. Simuleringarna bygger vidare på att brandcellsgränserna hålls intakta. Ingen spridning kommer att ske in till klassrummen eller till trapphuset på plan 3 och 4.

Brandgasventilation sker genom manuellt öppningsbara fönster i atriets övre del. Vid studiebesöket framkom det stora oklarheter hur brandgasventilationen öppnas. Därför genomförs två simuleringar. En då brandgasventilationen hålls stängd under hela förloppet och en då den öppnas tio minuter efter det att branden har brutit ut. Detta grundar sig på att räddningstjänstens framkörningstid är ca fem minuter. Utöver det tillkommer tiden för brandmännen att reagera på larmet samt att på plats orientera sig och finna brandgasventilationen. Brandgasventilationen har i simuleringarna en area på 10,5 m².

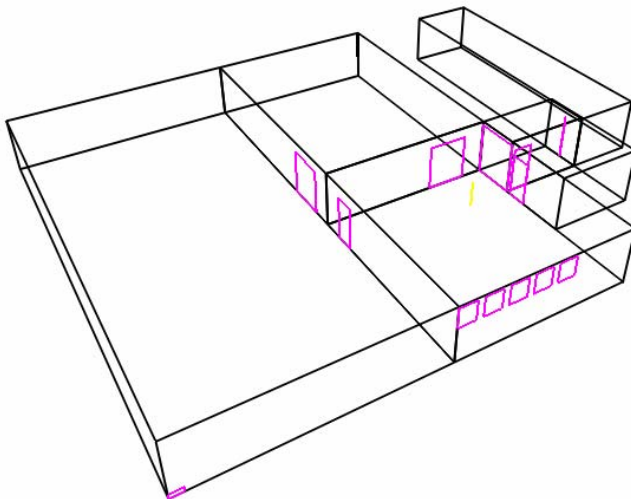
Scenario Datorsal

För att ta reda på när fönster spricker i datorsalen kördes en simulering för att ta reda på efter hur lång tid brandgaserna uppnår temperaturen 350°C. Vid denna temperatur antas fönster gå sönder. Resultat från simuleringen presenteras i figur B 6.2.



Figur B 6.2 Simulering av temperaturen som används till att bestämma tid till att fönstren spricker.

Scenario Cafeteria



Figur B 6.3 Cafeterialokalerna i smokeview. Branden i cafédisken syns som ett gult streck.

Branden med cafédisken simuleras i CFAST och totalt genomförs tre simuleringar. En simulering där alla dörrar är öppna utom svängdörren mellan hallen och korridoren, en simulering där alla dörrar är stängda och en simulering där det är stängt in till innebandyhallen. I CFAST läggs en liten ventilationsöppning till i innebandyhallen och i

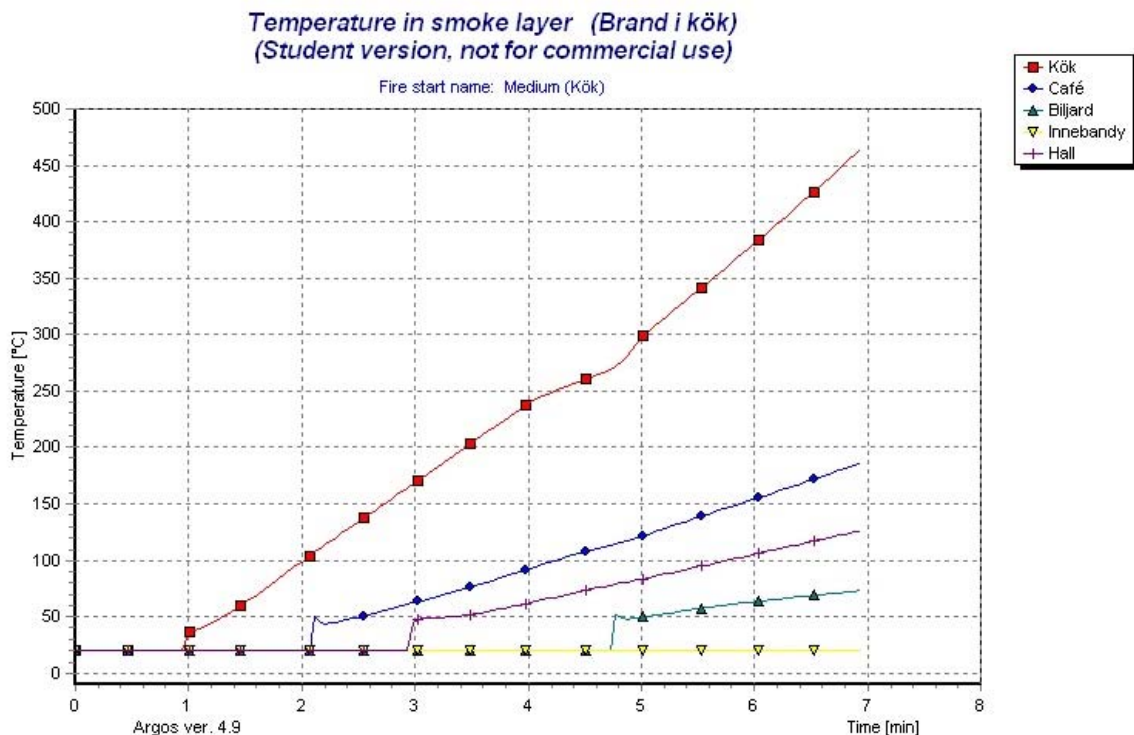
cafeterian för att programmet ska fungera ($0,5 \times 0,2 \text{ m}^2$). I försöket med dörren stängd mellan innebandyhall och café läggs en liknande öppning till inne i cafélokalen för att CFAST ska fungera. Mellan caféet och köket är det alltid öppet eftersom det inte finns någon dörr. Detsamma gäller öppningen mellan caféet och hallen. Dörren mellan biljardrummet och caféet står också alltid öppen i våra försök. Dörren mellan hall och korridor är alltid stängd (svängdörrar). Dock finns en två centimeter stor glipa mellan dörrarna.

Köksbranden simuleras i Argos eftersom den inte fungerade i CFAST. I Argos är antalet rum begränsat till fem varför korridoren fick plockas bort ur uppställningen med köksbranden.

Många av de antaganden som görs i simuleringarna gäller båda programmen:

- Öppningen från kök till café räknas som en vanlig öppning. Det är egentligen en öppning ut till den rätt stängda cafédisken.
- Antar betongväggar, betonggolv och $\frac{1}{2}$ inches tjocka gipsskivor i taket. Det tas ingen hänsyn till träpanelerna som går halvvägs upp på väggarna och golvmaterialet.
- Bortser från att det kan finnas utrymme ovanför innertaket dit brandgaser kan sprida sig.

För att ta reda på om fönster kommer att gå sönder i köket görs en simulering. Resultatet från simuleringen visas i figur B 6.4. Temperaturen då fönster går sönder antas till 350°C .



Figur B 6.4 Simulering av temperaturen för att se när kökets fönster spricker.

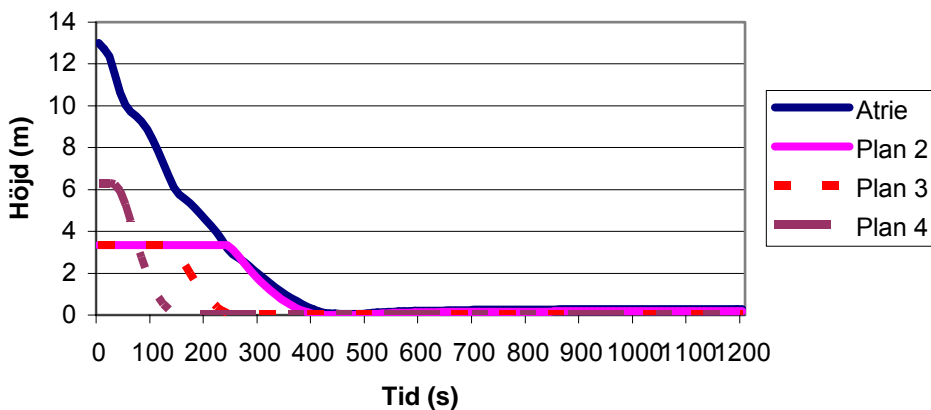
BILAGA 7 Resultat av Simulering i tvåzonsmodell

Nedan presenteras resultaten i grafer från samtliga simuleringar gjorda i Argos och CFAST. Resultaten jämförs med kriterierna för kritiska förhållanden som presenteras i avsnitt 4.1 för att få fram tiden till dess att dessa uppstår.

Scenario Atriet

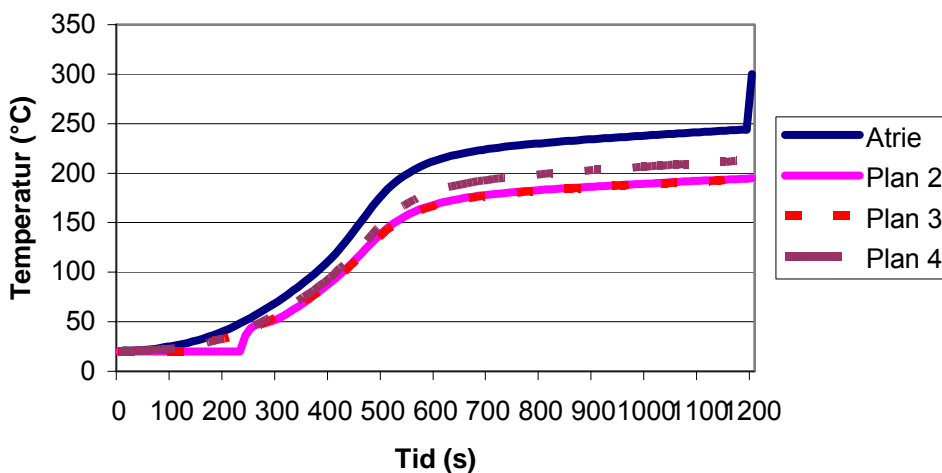
Atriet delas in i fyra delar, atriet, plan 2, plan 3 och plan 4, där planen föreställer loftgångarna på respektive våning.

Brandgaslagrets höjd



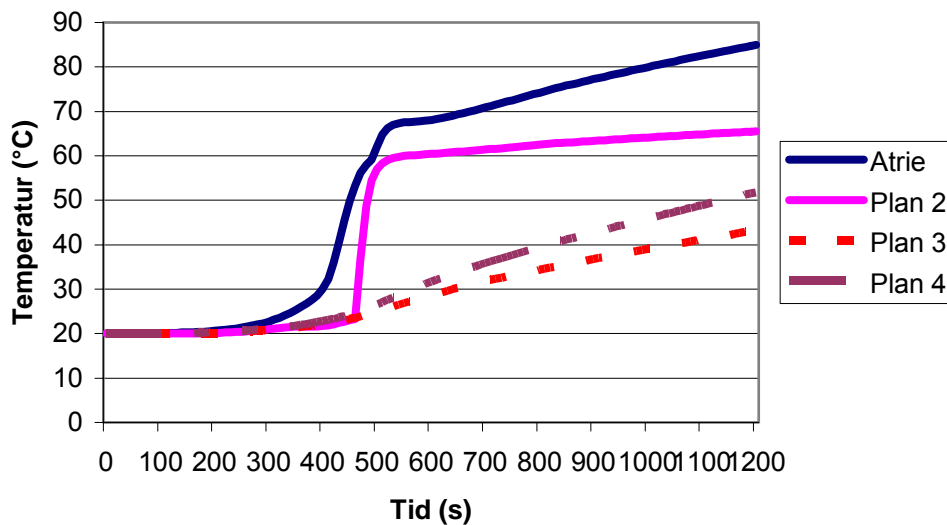
Figur B 7.1 Brandgaslagrets höjd i atriet. Efter 1,5 minuter uppstår kritiska förhållanden i den övre loftgången på plan 4.

Brandgaslagrets temperatur



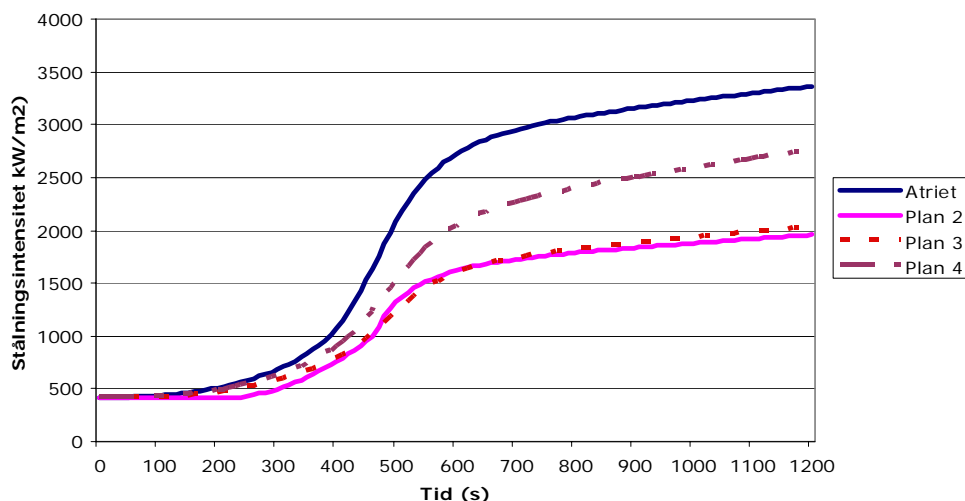
Figur B 7.2 Brandgaslagrets temperatur i atriet. Kritiska förhållanden uppstår efter omkring 5,5 minuter.

Nedre lagrets temperatur



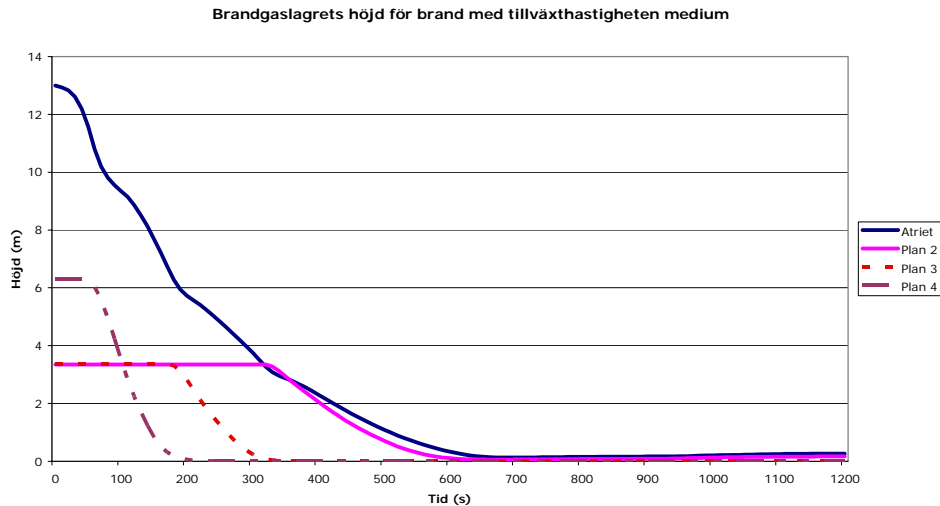
Figur B 7.3 Det undre lagrets temperatur i atriet. Kritiska förhållanden uppstår inte i någon av loftgångarna, men i atriet efter 17 minuter.

Strålningsintensitet



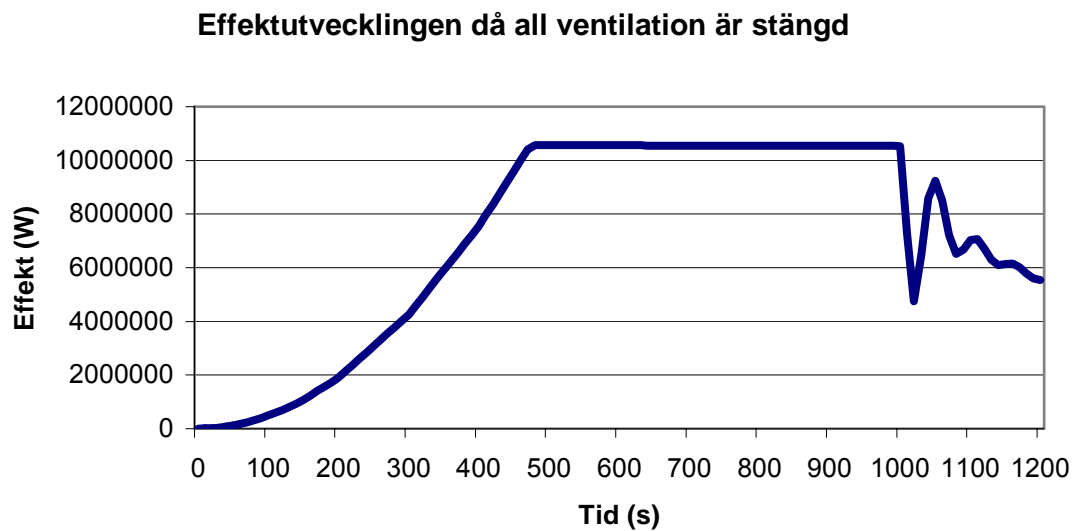
Figur B 7.4 Strålningsintensiteten under brandförloppet. Strålningen når kritiska förhållanden efter ca nio minuter.

Brandgaslagrets höjd är den parameter som först når kritiska förhållanden. Eftersom tillväxthastigheten *fast* är konservativt utförs även en simulering med tillväxthastigheten *medium* för att kunna se om det är några större differenser. Resultat åskådliggörs i figur B 7.5.



Figur B 7.5 Brandgaslagrets höjd då branden har tillväxthastigheten medium. Tiden till kritiska förhållanden blir omkring två minuter.

För att ta reda på hur länge branden kan brinna utan någon syretillförsel från andra utrymmen simuleras en brand då all ventilation är stängd. Resultatet visas i figur B 7.6.

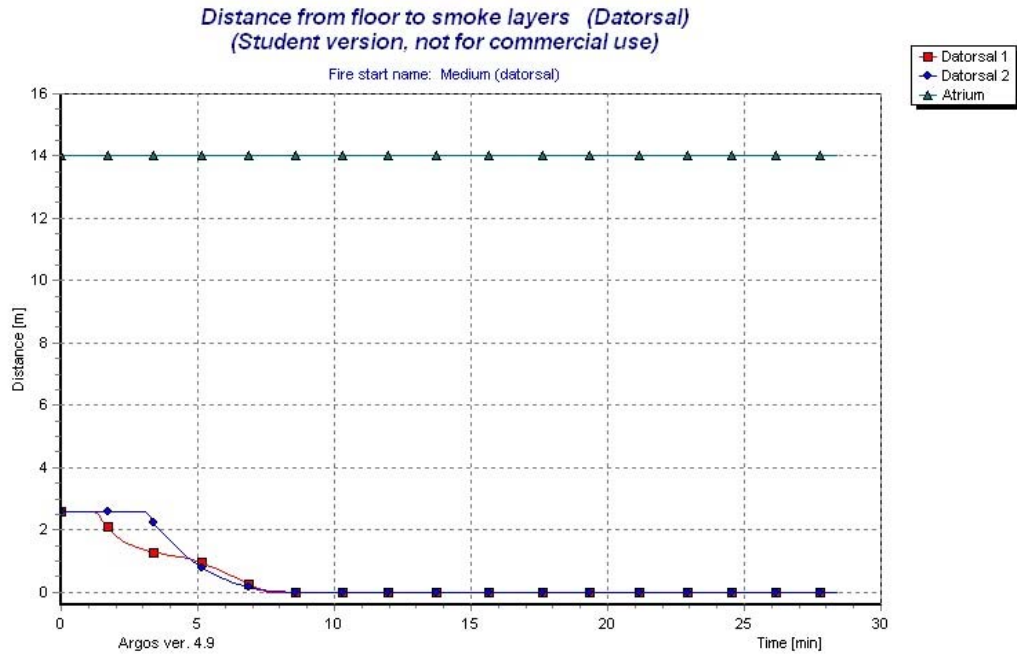


Figur B 7.6 Brandens effektutveckling då all ventilation är stängd

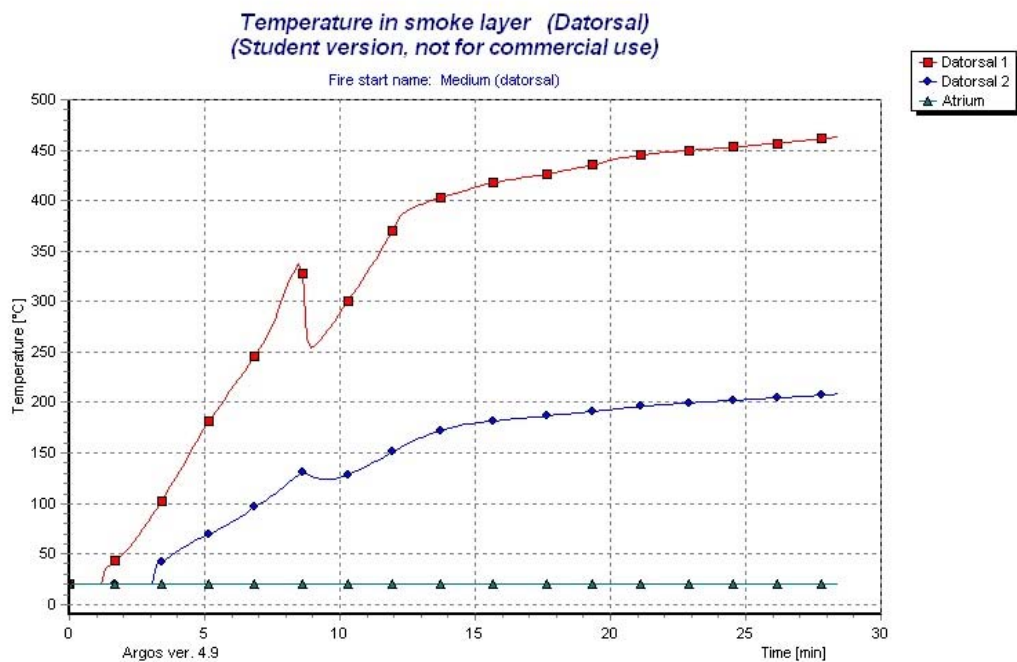
Scenario Datorsal

I simuleringarna har hänsyn tagits till två av datorsalarna (datorsal 1 och 2), samt atriet. Datorsal 1 är brandrummet.

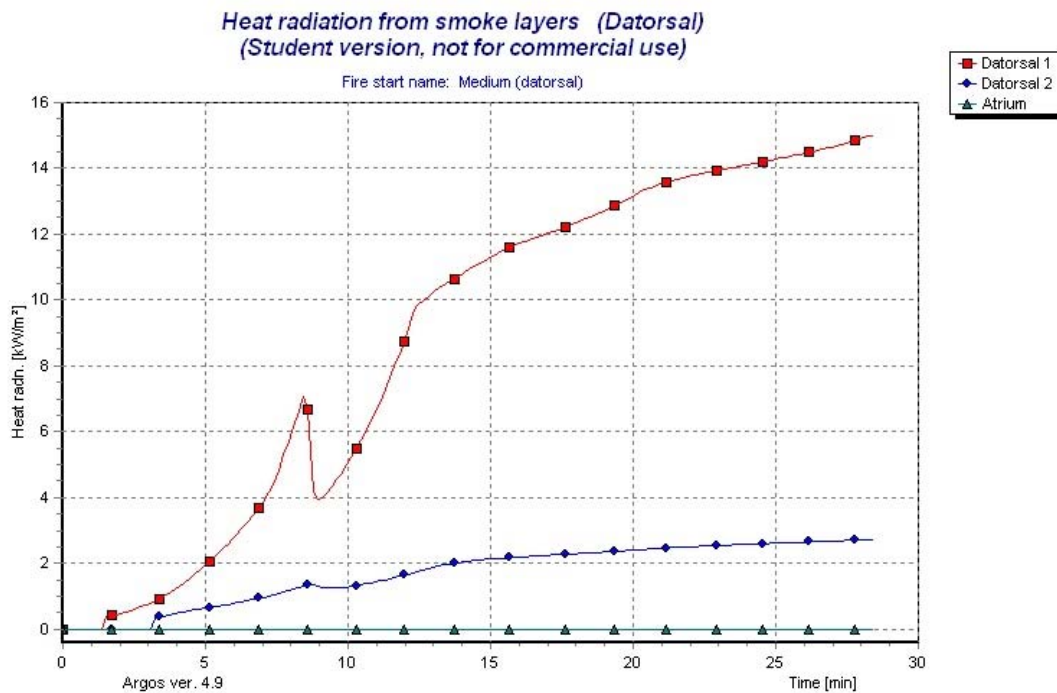
Brand i Datorarbetsplats



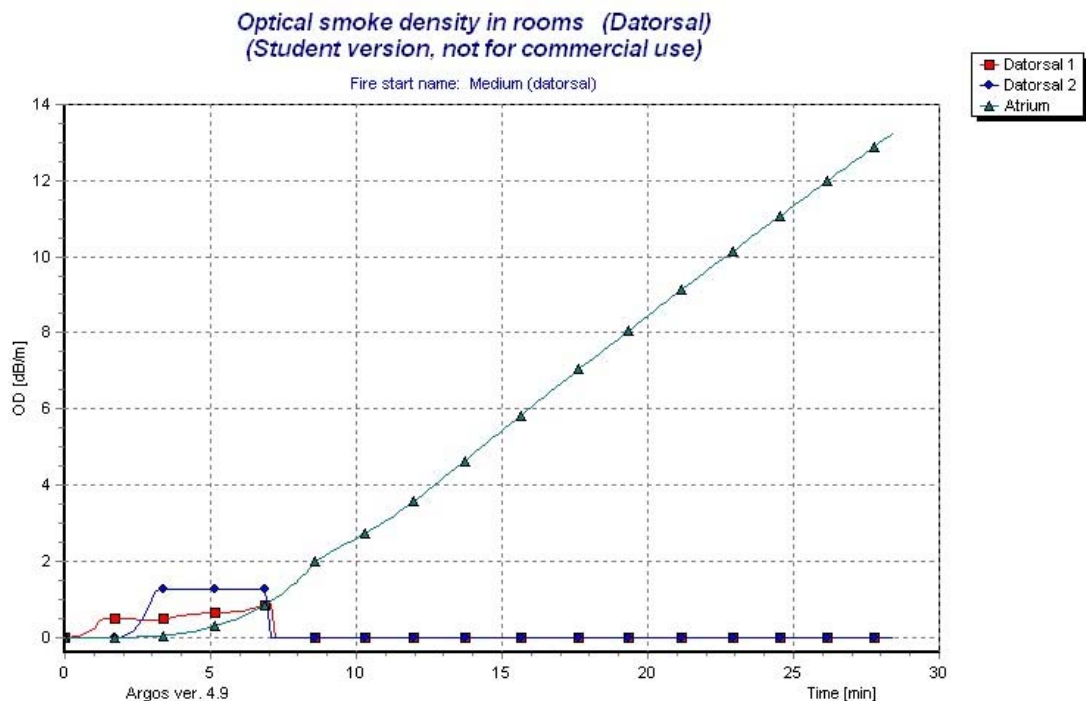
Figur B 7.7 Brandgaslagrets höjd. Tiden till kritiska förhållanden är ca 2-3 minuter i brandrummet.



Figur B 7.8 Temperaturen i brandgaslagret. Kritiska förhållanden inträffar efter ca 2-3 minuter i brandrummet.

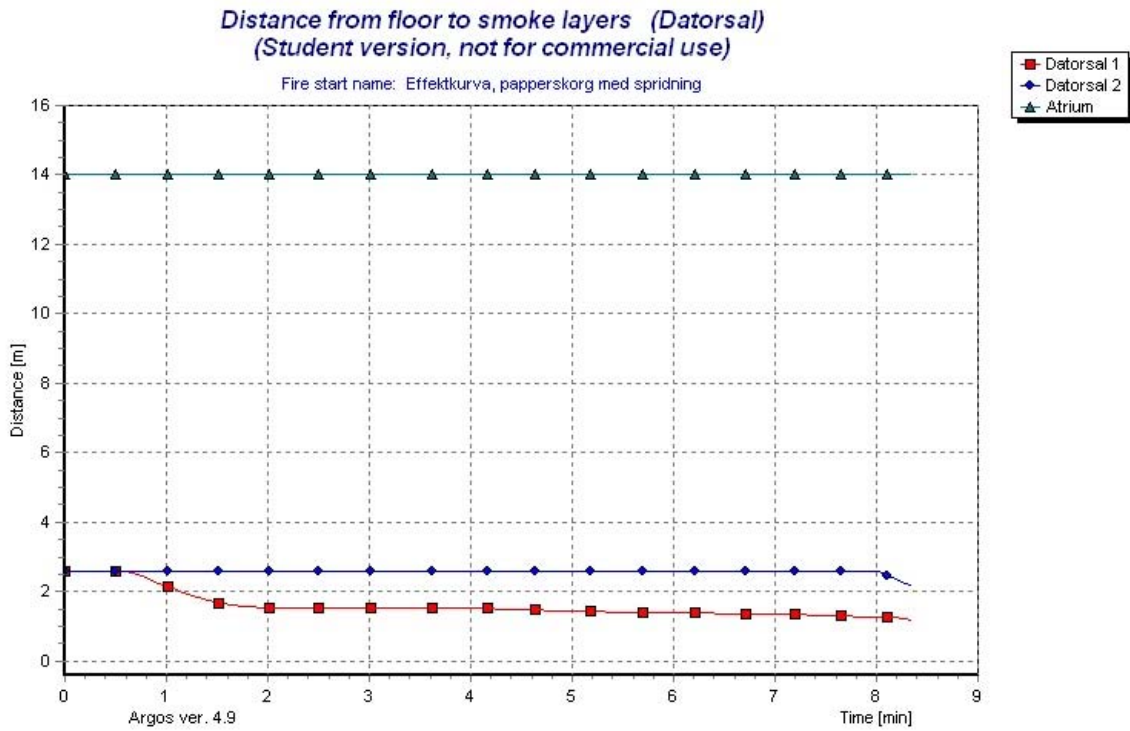


Figur B 7.9 Strålningen under brandförloppet. Kritiska förhållanden nås efter ca fem minuter.

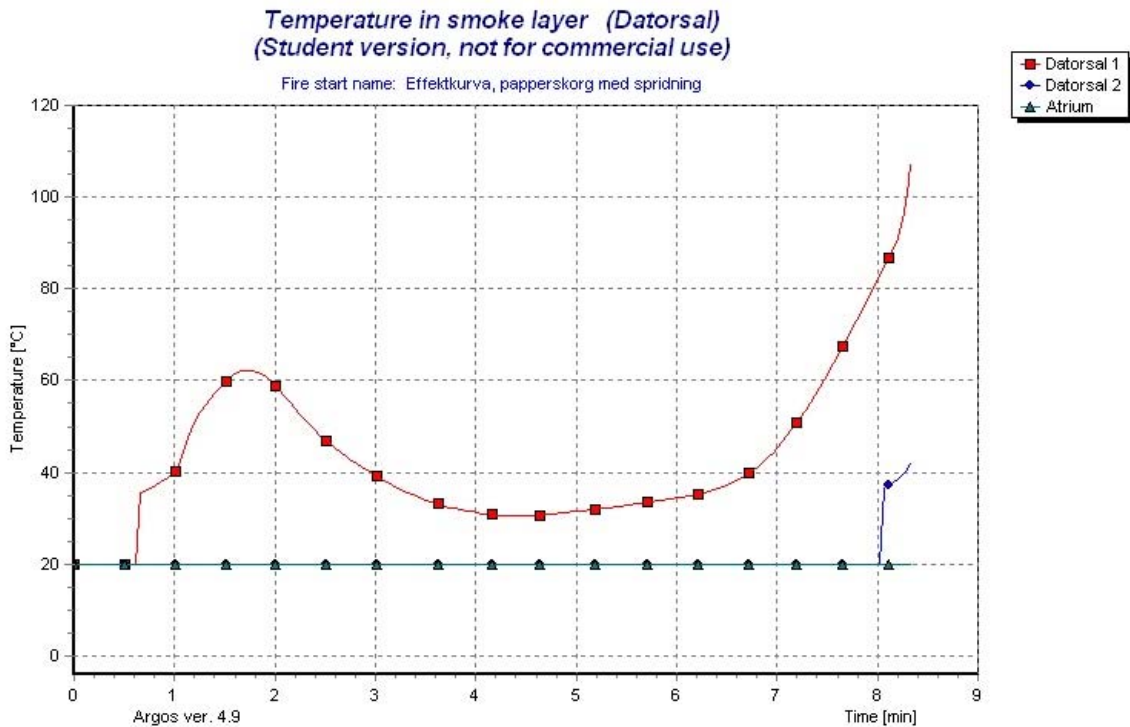


Figur B 7.10 Siktbarheten i aktuella rum. Kritiska förhållanden uppkommer efter ca sju minuter. Efter sju minuter inträffar sker övertändning vilket gör att sikten förbättras.

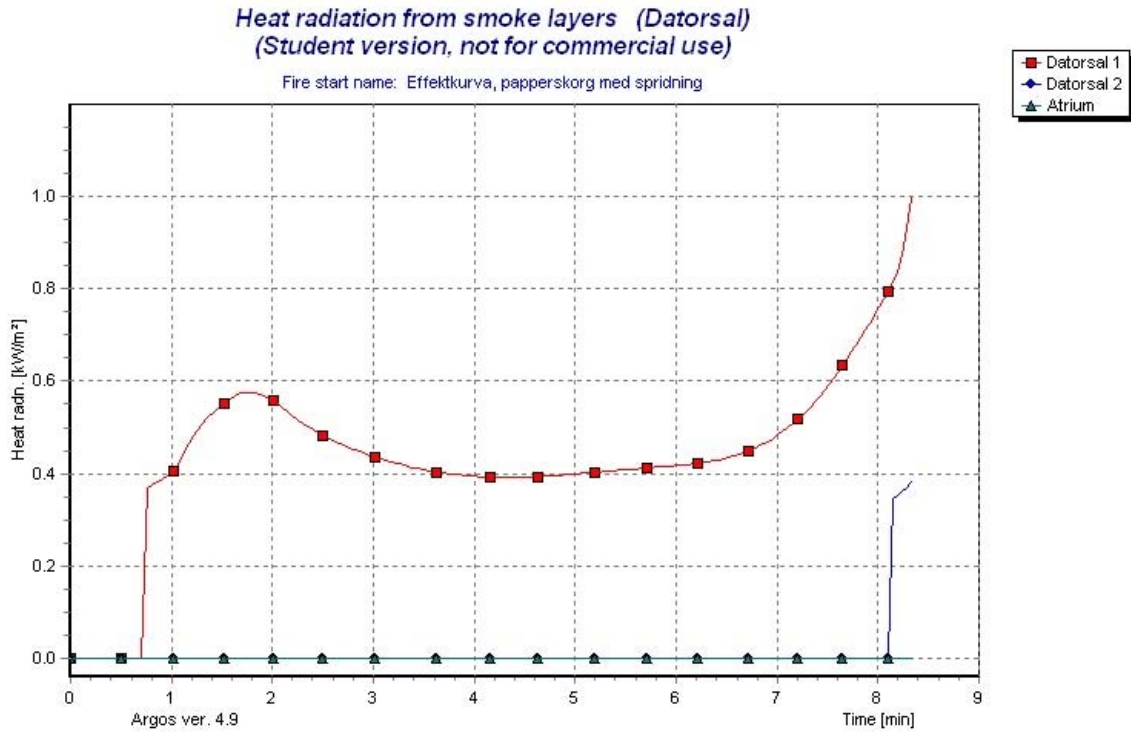
Brand i pappersinsamling



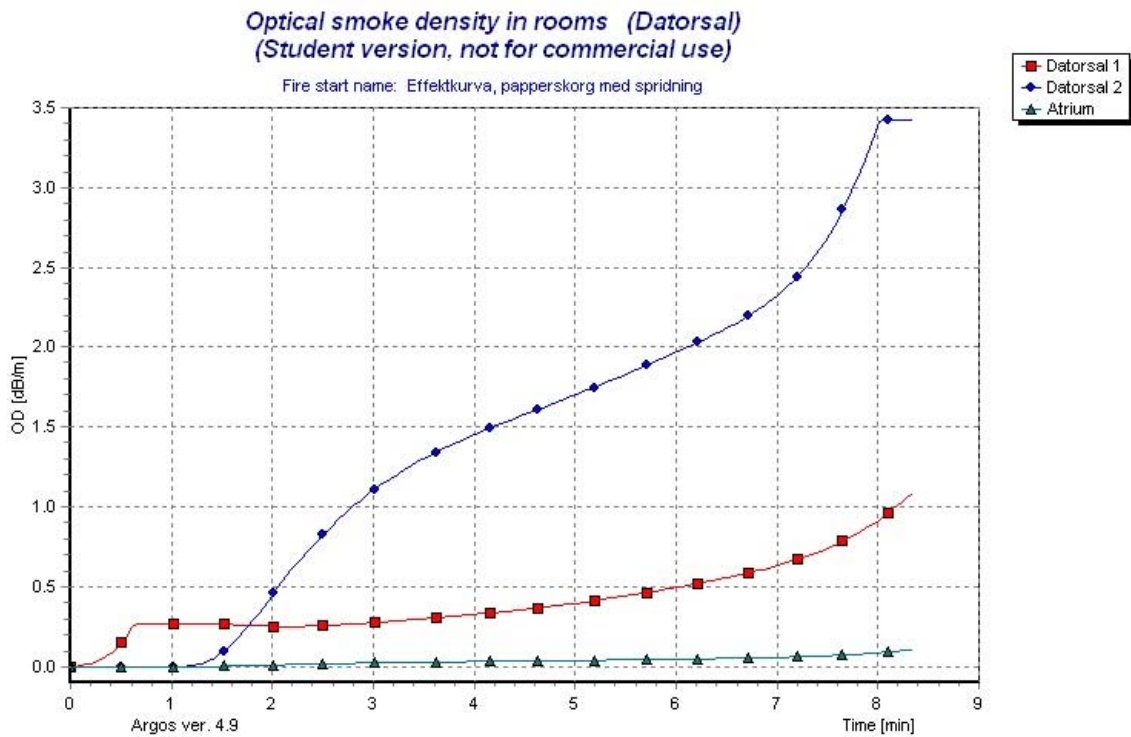
Figur B 7.11 Brandgaslagrets höjd då branden startar i papperskorgen. Kritiska förhållanden inträffar efter ca 1,5 minuter.



Figur B 7.12 Temperatur i brandgaslagret när branden startar i papperskorgen. Kritiska förhållanden nås efter ca åtta minuter.



Figur B 7.13 Strålningensintensiteten från brandgaslagret. Kritiska förhållanden uppstår inte under betraktat tidsförlopp.



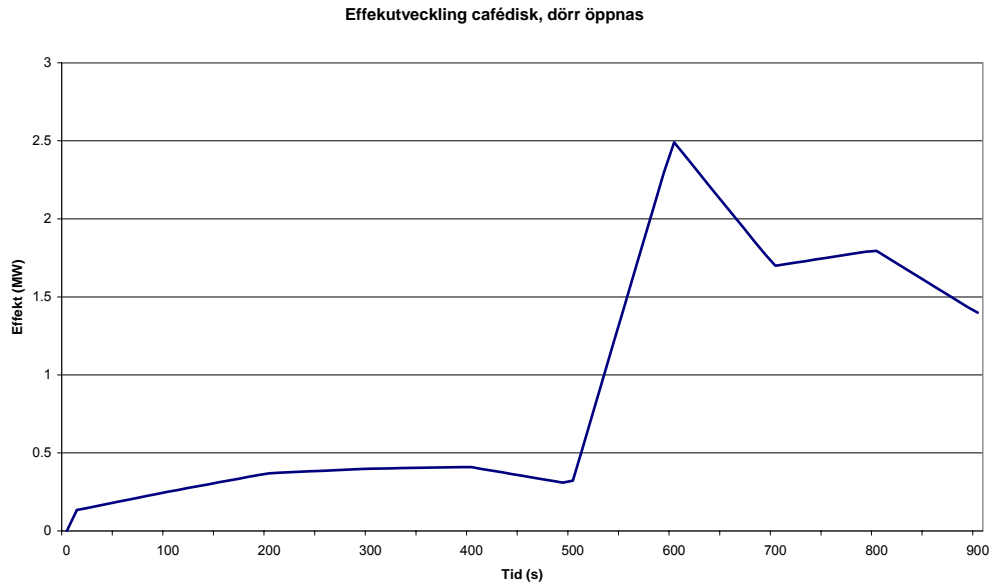
Figur B 7.14 Siktbarheten i rummen. I atriet uppstår inga kritiska förhållanden.

Scenario Cafeteria

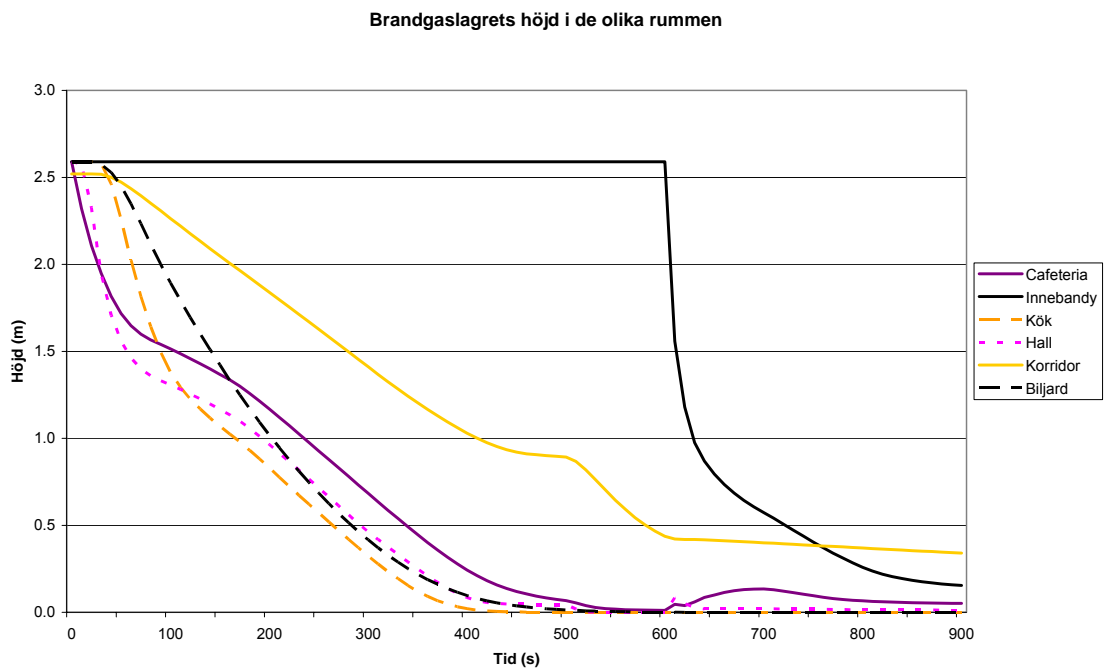
I cafeterian simuleras cafélokalen, köket, hallen, innebandyrummet och spelrummet i båda scenarierna. I brand i cafédisken simuleras även korridoren.

Brand i cafédisk

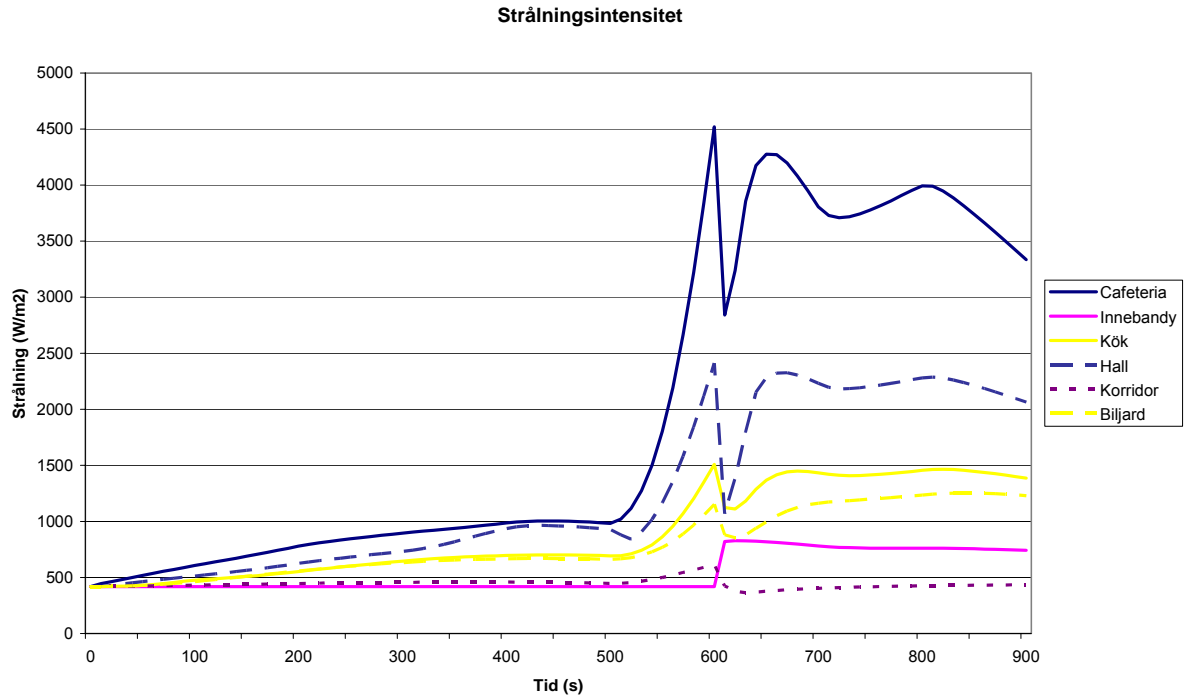
Dörrarna till innebandyhallen öppnas efter 600 sekunder i nedanstående simuleringar för cafédisken.



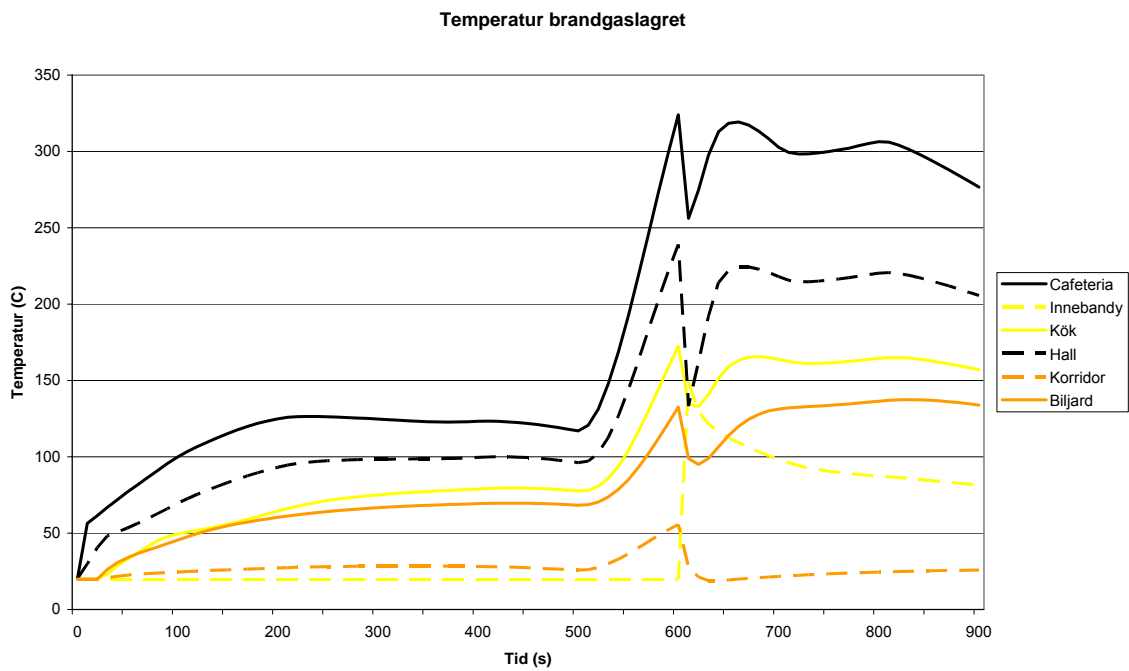
Figur B 7.15 Den simulerade effektkurvan för cafédisken då innebandydörrarna öppnas efter 600 s.



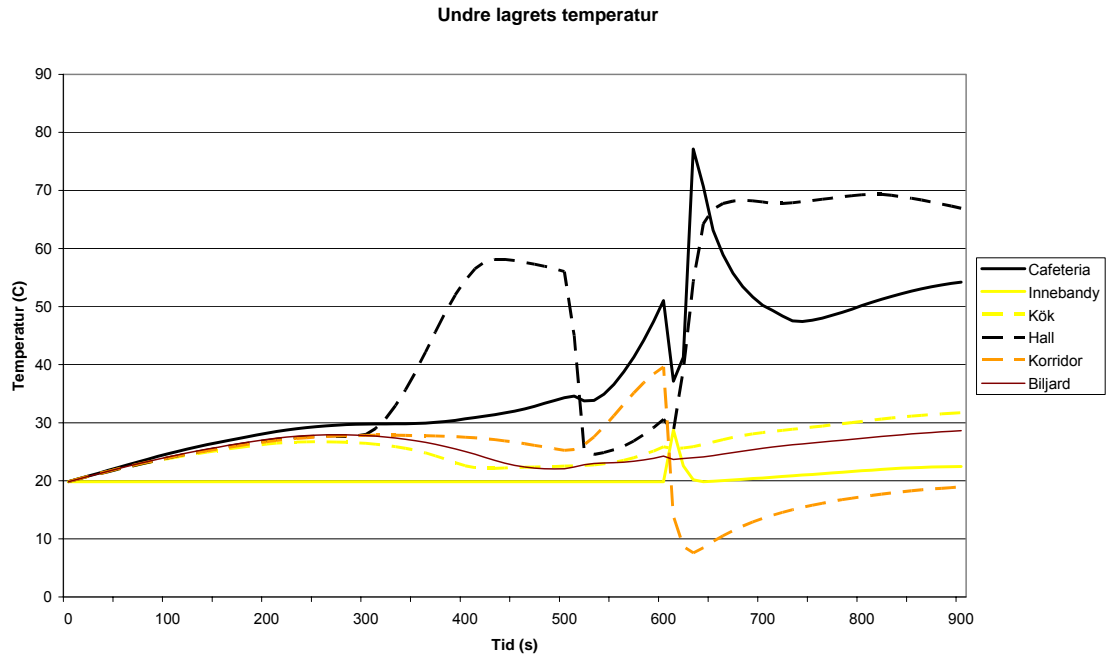
Figur B 7.16 Brandgaslagrets höjd. Kritiska förhållanden inträffar i caféet efter drygt 1 minut.



Figur B 7.17 Strålningen i de olika lokalerna under brandförloppet. Kritiska förhållanden uppstår efter ca 9 minuter i cafeterian.



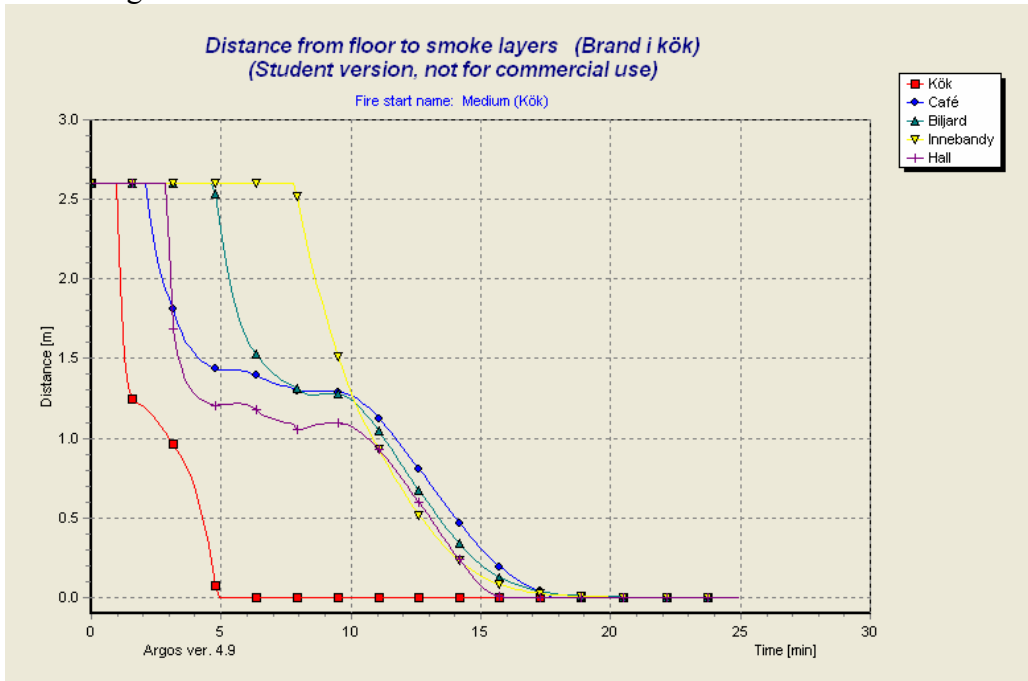
Figur B 7.18 Brandgaslagrets temperatur i de olika rummen. Kritiska förhållanden inträffar efter drygt 1 minut i cafeterian.



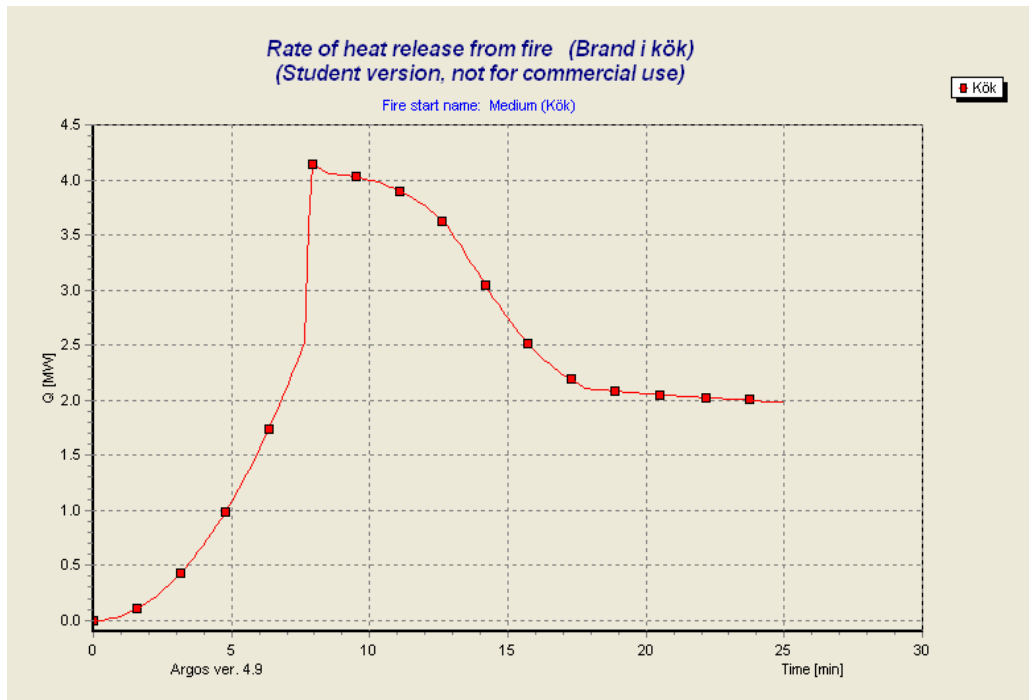
Figur B 7.19 Nedre lagrets temperatur i de olika rummen. Inga kritiska förhållanden kommer att uppstå.

Brand i kök

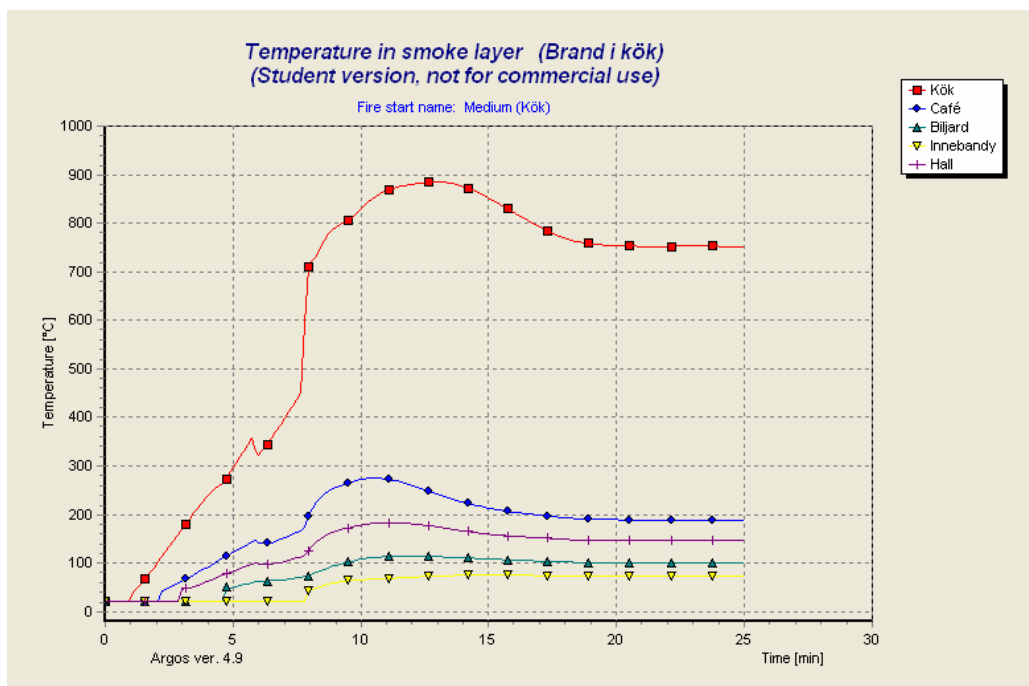
Branden i köket kommer att bli ventilationskontrollerad varav figur B 7.21 används vid simuleringarna.



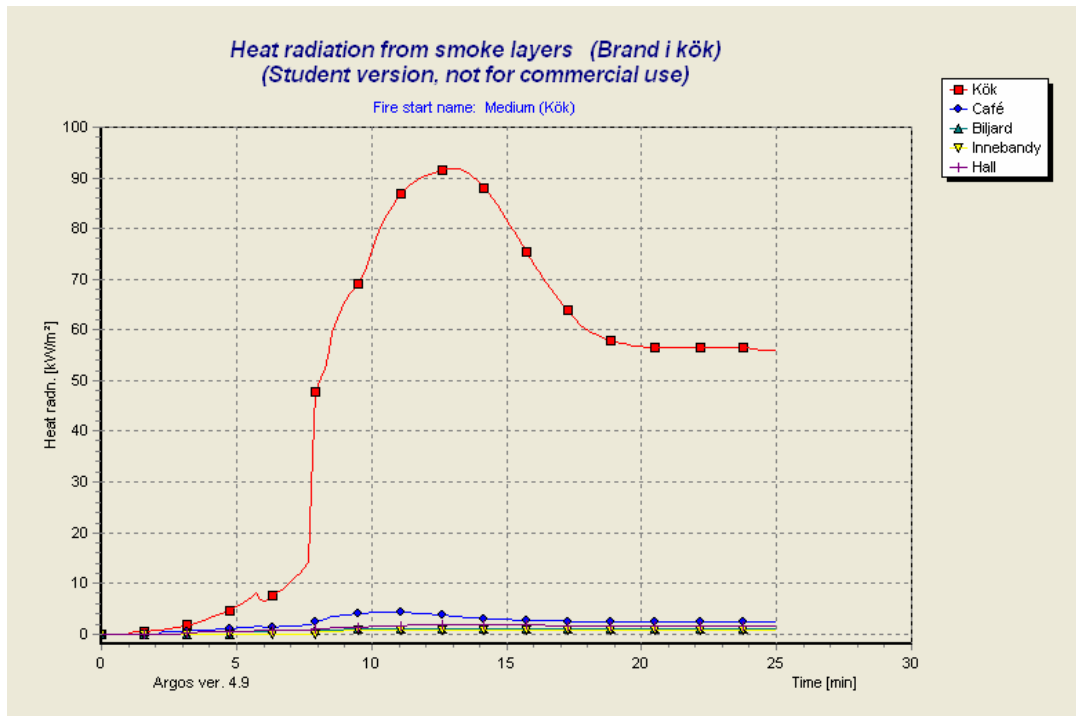
Figur B 7.20 Brandgaslagren i de olika rummen vid brand i köket.



Figur B 7.21 Simulerad effektkurva för branden med hänsyn till syretillgången



Figur B 7.22 Temperatur i brandgaslaget. Kritiska förhållanden inträffar i caféet efter ca tre minuter.



Figur B 7.23 Strålning från brandgaslagret. Kritiska förhållanden inträffar efter ca sju minuter.

BILAGA 8 Handberäkningar

Brandgaslagrets höjd

Teori

För beräkning av brandgaslagrets höjd, z , används beräkningsproceduren som är framtagen av Yamana-Tanaka. Formeln gäller för stora volymer med brandgasventilation i taket samt en öppning i markplan. Formeln har begränsningar om taköppningen är större än öppningen i markplan.

Beräkningsprocedur för Yamana-Tanaka är:

1. Ge z ett gissat värde

2. Beräkna $\dot{m} = \dot{m}_p = 0,21 \left(\frac{\rho_a^2 g}{c_p T_a} \right) \dot{Q} z^{5/3}$

$$T_a = 293\text{K} \text{ och } \rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3, \dot{m}_p = 0,076 \dot{Q} z^{5/3}$$

3. Beräkna $\Delta P_1 = \frac{\dot{m}^2}{2\rho_a (C_d A_D)^2}$ $A_D =$ Arealen för öppningen i markplan [m^2]

4. Beräkna $T_g = T_a + \frac{\dot{Q}}{c_p \dot{m}_e + hA_w}$ h har enheten $\text{kW/m}^2\text{K}$

$$A_w = \text{Takarean} + \text{väggytorna som är i kontakt med brandgaserna} [\text{m}^2]$$

5. Beräkna $\rho_g = 353/T_g$

6. Beräkna $\dot{m}_e = C_d A_E \sqrt{2\rho_g (-\Delta P_1 + (\rho_a - \rho_g)g(H_E - z))}$ $H_E =$ totala takhöjden [m]

7. Kontrollera om $\dot{m} \approx \dot{m}_e$, om inte börja om på steg 1

Atriet

För att verifiera att kritiska förhållanden uppkommer i atriet på grund av brandgaslagrets höjd utfördes handberäkningar. Effektutvecklingen, \dot{Q} , sätts till 10 600 kW. Värdet för värmeledningskoefficienten, h , sätts till 0,033 $\text{kW/m}^2\text{K}$ som är ett rimligt värde för betong efter tio minuter med antas som rimligt även i atriet (EFD Tabell 8.61). C_D sätts till 0,7.

Resultat Efter iterering blev brandgaslagrets höjd 1,4 m.

Strålningsberäkningar

Teori

Flamhöjden kan beräknas med följande formel:

$$L = 0.235 \dot{Q}^{2/5} - 1.02D$$

$$L = \text{flamhöjd}(m) \quad (\text{Enclosure Fire Dynamics ekv 4.3})$$

$$\dot{Q} = \text{frigjordenergi}(kW)$$

$$D = \text{diameter}(m)$$

Med flamhöjden känd kan sedan synfaktorn beräknas (tabell 2.7 An Introduction to Fire Dynamics). Flamman antas vara i form av en rektangel som delas in i fyra lika stora delar. Förhållandet mellan en av delarnas höjd och bredd beräknas och kallas S. Ett α -värde beräknas genom att höjden multipliceras med bredden och sedan divideras med avståndet, kallat D.

$$S = L_1/L_2$$

$$\alpha = (L_1 \times L_2)/D^2$$

Med S och α känd interpoleras värden för synfaktorn fram från tabell. Detta värde multipliceras med fyra för att få den totala synfaktorn från flamman.

$$E = \varepsilon \sigma T^4 \phi$$

$$E = \text{effekt / areaenhet}(W / m^2)$$

$$\varepsilon = \text{emissivitet}$$

$$\sigma = \text{Stefan - Boltzman}(5.67 \cdot 10^{-8} W / m^2 K^4)$$

$$\phi = \text{synfaktor}$$

(An Introduction to Fire Dynamics ekv 2.4:2.66)

Datorsalen

Beräkningar har gjorts för att fastställa om spridning sker mellan papperskorgen och bokhyllan ifall banden börjar i papperskorgen. Två bränder har studerats, 200 kW och 400 kW som kan vara rimliga värden för brand i papperskorg. Diametern på branden uppskattas till 0,75 m. Flamhöjden beräknas för respektive brandeffekt.

Beräkningar har utförts med två olika avstånd mellan papperskorgen och bokhyllan. Avståndet, D sätts till en respektive två meter. Ett α -värde beräknades för samtliga fall.

Beräkningar utförs för två olika temperaturer 1000 K respektive 1300 K. Samtliga resultat presenteras i tabell nedan.

Resultat

| | | |
|--------------------|-------------------------------|-----|
| Q=400 kW | ger L=1.8 m | D=1 |
| ger $\alpha=0.272$ | | |
| T=1000 K | E = 10 795.7 W/m ² | |
| T=1300 K | E = 30 833.5 W/m ² | |

| | | |
|--------------------|-------------------------------|-----|
| Q=400 kW | ger L=1.8 m | D=2 |
| ger $\alpha=0.096$ | | |
| T=1000 K | E = 3 810.2 W/m ² | |
| T=1300 K | E = 10 882.4 W/m ² | |

| | | |
|-------------------|-------------------------------|-----|
| Q=200 kW | ger L=1.2 m | D=1 |
| ger $\alpha=0.24$ | | |
| T=1000 K | E = 9 525.6 W/m ² | |
| T=1300 K | E = 27 206.1 W/m ² | |

| | | |
|--------------------|------------------------------|-----|
| Q=200 kW | ger L=1.2 m | D=2 |
| ger $\alpha=0.068$ | | |
| T=1000 K | E = 2 698.9 W/m ² | |
| T=1300 K | E = 7 708.4 W/m ² | |

Siktberäkningar**Teori**

Genom att göra antagande att lokalen i fråga inte får ett klart skiktat brandgaslager kan handberäkningar göras för siktförhållandet.

Atriet

Siktbedräktning på 2 %

$$D_L = -\frac{1}{L} \ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = -\frac{1}{10} \ln(0,98) = 0,00202$$

massa PUR-skum $m = D_L \cdot \frac{V}{D_0} = 0,00202 \cdot \frac{6240}{0,22} = 57,3g$

Att anta PUR-skum ger ett icke-konservativt värde eftersom PUR-skum utvecklade mycket brandgaser.

EFD tabell 3.2 $\Delta H_c=25,2$ MJ/kg

$$Q = \Delta H_c \cdot m = 25,2 \cdot 0,0573 = 1,44 \text{ MJ} = 1440 \text{ kJ}$$

Effektivitetskoefficienten försummas eftersom det ligger mycket osäkerhet i den. Detta antagande är konservativt.

$$1440 = \int_0^t 0,047t^2 dt \leftrightarrow 1440 = \left[\frac{0,047t^3}{3} \right]_0^t \rightarrow t \approx 45s$$

Datorsal med spridning till Atriet

I drift rapport 2004:01 från Danish Institute of Fire and Security Technology finns riktvärden på den optiska densiteten för olika typer av bränder, värden som kan användas direkt i tvåzons-modellen Argos. Exempel är 100 för träbaserade material och 400 för plaster. För simulering av normalbränder rekommenderas 200 som då är lite högre än experimentellt observerade värden.

För omräkning av S_0 till $D_{0,10\log}$ ges formeln

Material, polystyren

$$\Delta H_{c,\text{polystyren}} = 39.85 \text{ kJ/g}$$

$$S_{0,\text{plast}} = 300 \text{ db/m}$$

Ett förhöjt riktvärde användes för att väga in de andra materialen i brandrummet.

$$S_0 = D_{0,10\log} \cdot \frac{3000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{\Delta H_{\text{material}}} \cdot 1200 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$D_{0,10\log} = \frac{400}{\left(\frac{3000}{39850} \cdot 1200\right)} = 4,43$$

→

$$D_{0,10\log} = \frac{300}{\left(\frac{3000}{39850} \cdot 1200\right)} = 3,32$$

$$m_1 = \frac{(1 \cdot 13 \cdot 40 \cdot 12)}{4,43} = 1408 \text{ g}$$

$$m_2 = \frac{(1 \cdot 13 \cdot 40 \cdot 12)}{3,32} = 1879 \text{ g}$$

Handberäkning för utrymningstiden

Teori

Handberäkningar för förflyttningstiden lämpas bäst vid enklare scenarier med få lokaler och där köbildning endast sker på ett ställe.

$$t_{\text{gång}} = \frac{L}{v}$$

L är avståndet till utgången (meter)

v är personens aktuella gånghastighet (meter/sekund)

$$t_{dörr / fönster} = \frac{N}{Bf}$$

N är antalet personer som ska passera en dörr

B är dörrens bredd (meter)

f är det dimensionerande personflödet genom dörren
(person/sekund och meter)

$$t_{förflyttning} = t_{gång} + t_{dörr}$$

Normal horisontell gånghastighet uppskattas till 1,3 m/s vid låg persontäthet respektive 0,6 m/s vid hög persontäthet.

Gånghastigheten är inte anpassad efter att det finns någon brådska i scenariet. Vid ogynnsammare förhållanden kommer troligtvis utrymningstiden att bli något kortare.

Samtliga värden i utrymningsberäkningarna kommer att avrundas uppåt för att få konservativa värden.

Datorsalen

Samtliga fall i datorsalen

Avståndet från utgången till de personer som sitter närmast är väldigt liten. Förflyttningstiden fram till dörren innan kö bildas kommer därför att försummas.

Antalet personer som vistas i datorsalen uppskattas till 45 st. Dörrbredden är 0,9 m. Dörren är känd för dem som vistas i lokalen. Detta medför att persontätheten uppskattas till 1,1 p/sm. (Enligt Boverket Utrymningsdimensionering).

$$N = 30 \quad B = 0,9 \quad f = 1,1$$

$$t_{dörr} = \frac{N}{Bf} \rightarrow t_{dörr} = \frac{45}{0,9 \cdot 1,1} \approx 45s$$

Resultat Förflyttningstiden ut ur datorsalen blir knappt en minut då utrymning sker genom enbart en utav dörrarna.

Cafeterian

Fall 1 – Passage genom cafeteria är blockerad, enda utrymningsväg genom fönstret. Personer befinner sig enbart i innebandyhallen.

Personen närmast boxen antas vara 10 meter från boxen. Lokalen antas ha låg persontäthet vilket medför en gånghastighet på 1,3 m/s. Efter den personen förväntas köbildning vid fönstret.

$$L = 10 \quad v = 1,3$$

$$t_{gång} = \frac{L}{v} \rightarrow t_{gång} = \frac{10}{1,3} \approx 8s$$

Antalet personer som vistas i innebandyhallen är i beräkningarna 15 st. Utrymningen kommer att ske genom fönstret som har bredden 0,8 m. Med tanke på att fönstret är placerat 0,7 m över boxen och har höjden 0,9 m kommer utrymningen att ske betydligt långsammare än genom dörr. Enbart en person kan tänkas utrymma genom fönstret åt gången och tiden uppskattades med bakgrund av försök, se nedan, till tre sekunder. Persontätheten blir därmed 1 person/3 sekunder·0,8 meter.

$$N= 15 \quad B= 0,8 \quad f= 1/(3 \cdot 0,8)$$

$$t_{\text{fönster}} = \frac{N}{Bf} \rightarrow t_{\text{fönster}} = \frac{15}{(0,8 \cdot 1)/(0,8 \cdot 3)} \approx 45s$$

För alla personer att klättra igenom fönstret tar det 45 sekunder. Köbildning kommer att bildas framför fönstret varför ingen förflyttningstid för bakomvarande beaktas.

$$\text{Förflyttningstiden beräknas till } t_{\text{förflyttning}} = t_{\text{gång}} + t_{\text{dörr}} = 8 + 45 = 53 \text{ s}$$

Resultat Förflyttningstiden blir knappt än en minut.

Fall 2 – Huvudentrén till cafeterian är blockerad, enda utrymningsväg genom fönstret. Personer befinner sig i hela cafeterian.

Personen närmast boxen antas vara 10 meter från boxen. Lokalen antas ha låg persontäthet vilket medför en gånghastighet på 1,3 m/s. Efter den personen förväntas köbildning vid fönstret.

$$L= 10 \quad v= 1,3$$

$$t_{\text{gång}} = \frac{L}{v} \rightarrow t_{\text{gång}} = \frac{10}{1,3} \approx 8s$$

Antalet personer som vistas i cafeterian uppskattas till 40 personer. Det är samma utrymningsväg som i fall 1.

$$N= 40 \quad B= 0,8 \quad f= 1/(3 \cdot 0,8)$$

$$t_{\text{dörr}} = \frac{N}{Bf} \rightarrow t_{\text{dörr}} = \frac{40}{(0,8 \cdot 1)/(0,8 \cdot 3)} \approx 120s$$

$$\text{Förflyttningstiden beräknas till } t_{\text{förflyttning}} = t_{\text{gång}} + t_{\text{dörr}} = 8 + 120 = 128 \text{ s}$$

Resultat Förflyttningstiden blir drygt tre minuter.

Aulan

Antalet personer som ska utrymma genom dörrarna uppskattas till 370 st. Det kommer inte tas någon hänsyn till dem som utrymmer via scendörren eftersom scenutrymningen kommer att vara klar långt före den totala utrymningen i båda försöken. Enbart människorna på scenen antas använda scenutgången eftersom den inte är synlig från åhörarplatserna.

Fall 1 – Huvudingången är blockerad, alla andra dörrar är tillgängliga

Persontätheten antas vara hög och gångavståndet uppskattas till tio meter innan all för stor köbildning bildas.

$$L=10 \quad v = 0,6$$

$$t_{g\ddot{a}ng} = \frac{L}{v} \rightarrow t_{g\ddot{a}ng} = \frac{10}{0,6} \approx 20s$$

Vid beräkningarna har de två smala dörrarna beräknas som en dörr med bredden 1,4 m. Eftersom dörrarna inte används i normala fall är de inte kända för de flesta elever. Dessa dörrar uppskattas till 0,75 p/sm i Boverkets rapport *Utrymningsdimensionering*. Med tanke på att dörrarna leder direkt ut i det fria och eleverna bör kunna presumera detta antas ett något högre värde på 0,9 p/sm. Normalt värde för en dörrpassage är 1,1 p/sm.

$$N= 370 \quad B= 1,4 \quad f= 0,9$$

$$t_{d\ddot{o}rr} = \frac{N}{Bf} \rightarrow t_{d\ddot{o}rr} = \frac{370}{1,4 \cdot 0,9} \approx 295s$$

Den längsta förflyttningstiden beräknas till $t_{f\ddot{o}rflyttning} = t_{g\ddot{a}ng} + t_{d\ddot{o}rr} = 315s$

Resultat Förflyttningstiden blir således drygt fem minuter.

Fall 2 – De smala dörrarna är blockerade, alla andra dörrar är tillgängliga

De två huvudentrédörrarna har vardera en bredd på 1,6 m. Detta ger en total bredd på 3,2 m. Dörrarna är kända för dem som sitter i aulan och personflödet sätts därmed till 1,1 p/sm.

$$N= 370 \quad B= 2,4 \quad f= 1,1$$

$$t_{d\ddot{o}rr} = \frac{N}{Bf} \rightarrow t_{d\ddot{o}rr} = \frac{370}{3,2 \cdot 1,1} \approx 105s$$

Detta förutsätter att någon öppnar båda dörrarna i dörrparet. Ifall dörrparet inte öppnas helt, utan bara en dörr i vardera dörrpar står öppen tar det ca 3,5 minuter.

Sträckan till huvudentrén uppskattades till 10 m. Lokalen kommer att vara persontät och medelhastigheten antas således till 0,6 m/s.

$$t_{g\ddot{a}ng} = \frac{L}{v} \rightarrow t_{g\ddot{a}ng} = \frac{10}{0,6} \approx 20s$$

Den längsta förflyttningstiden beräknas till $t_{f\ddot{o}rflyttning} = t_{g\ddot{a}ng} + t_{d\ddot{o}rr} = 125s$

Resultat Förflyttningstiden blir drygt två minuter.

Försök på fönsterutrymning

För att bestämma tiden för fönsterutrymningen i cafeteria utfördes ett försök på ett liknande fönster med en effektiv utrymningsarea på $0,8 \times 0,85 \text{ m}^2$. Utrymningstiden mättes till ca tre sekunder för en person.

BILAGA 9 Känslighetsanalys

Tiden till kritiska förhållanden innan variation av variabler

| Kritiska förhållanden | Brandgaslagrets höjd | Temperatur > 80° C | Strålning | Sikt < 10 m |
|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------|---------------|
| Brandrummet | 2 min | 4 min | 5,5 min | Observeras ej |
| Datorsal 2 | 4 min | 6,5-7 min | > 20 min | Observeras ej |
| Atrium | - | - | - | 7 min |

Tillväxthastighet Fast istället för Medium (α^2)

| Kritiska förhållanden | Brandgaslagrets höjd | Temperatur > 80° C | Strålning | Sikt < 10 m |
|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------|---------------|
| Brandrummet | 1,5 min | 2 min | 3 min | Observeras ej |
| Datorsal 2 | 2,5 -3 min | 4 min | > 20 min | Observeras ej |
| Atrium | - | - | - | 4,5 min |

Effektutveckling med ett max värde på 9.75 (50 % ökning)

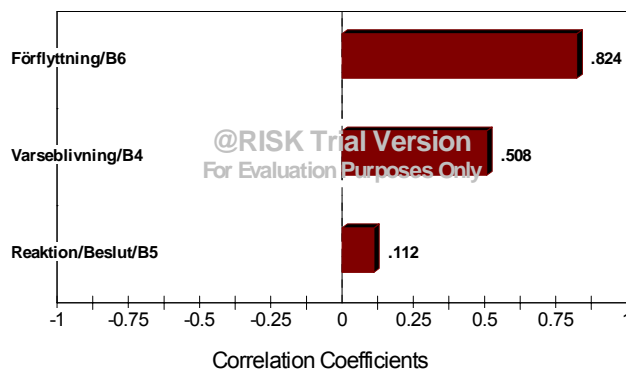
| Kritiska förhållanden | Brandgaslagrets höjd | Temperatur > 80° C | Strålning | Sikt < 10 m |
|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------|---------------|
| Brandrummet | 2 min | 4 min | 5,5 min | Observeras ej |
| Datorsal 2 | 4 min | 6,5-7 min | 14 min | Observeras ej |
| Atrium | - | - | - | 7 min |

50 % av arean öppnas när fönstren simuleras att spricka

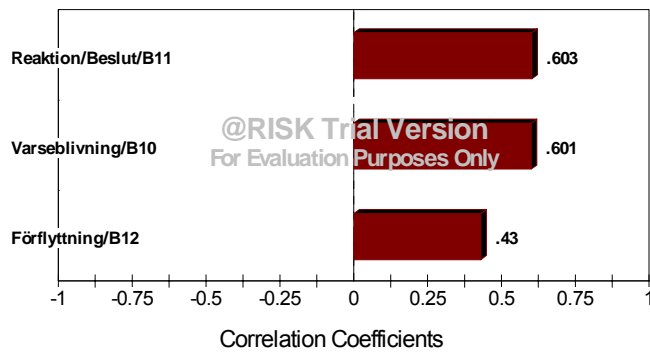
| Kritiska förhållanden | Brandgaslagrets höjd | Temperatur > 80° C | Strålning | Sikt < 10 m |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------|-----------|---------------|
| Brandrummet | 2 min | 4 min | 5,5 min | Observeras ej |
| Datorsal 2 | 4 min | 6,5-7 min | 14 min | Observeras ej |
| Atrium | Börjar att sjunka efter 12 min | - | - | 7 min |

I tornadodiagrammet visar stapeln hur korrelerat indata är med slutresultatet. Korrelationen är ett mått mellan -1 och 1 där långt från 0 innebär att variabeln har stor betydelse. En negativ värde innebär att variabeln sänker slutresultatet, ett positivt höjer resultatet.

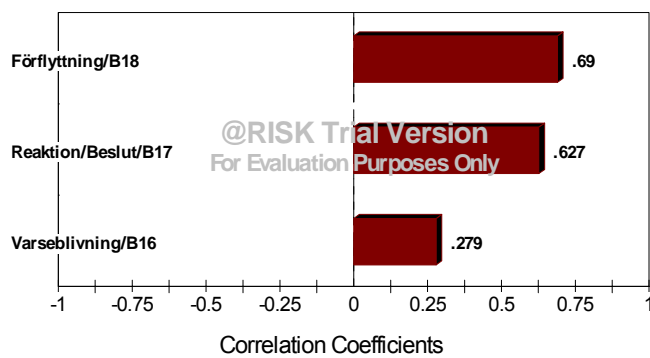
Correlations for Tid för utrymning av Aulan/B2



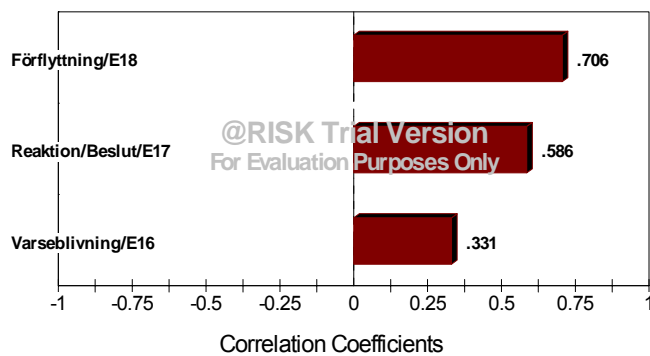
Correlations for Tid för utrymning av Datorsal/B8



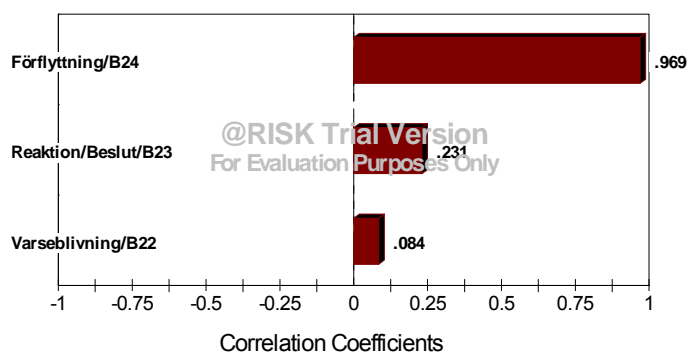
Correlations for Tid för utrymning av Atriet (lite dörr)...



Correlations for Tid för utrymning av Atriet (stor dörr)...



Correlations for Tid för utrymning av Cafeterian/B20



BILAGA 10 Brandsynsprotokoll



NORRKÖPINGS BRANDFÖRSVAR

Albrektsvägen 150
602 39 NORRKÖPING
Telefon 011-15 00 00

BRANDSYNEPROTOKOLL

Upprättat vid brandsyn utförd enligt
15 och 16 §§ räddningstjänstlagen

| | | | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------------------|
| Innehavare Hagagymnasiet Hagagatan 36 602 15 Norrköping | | Agare LFE 601 81 Norrköping | | Faktureringsadress Ecuro Östergötland AB Albrektsvägen 19 603 50 Norrköping | |
| Organisationsnr: Innehavare | | Organisationsnr: Agare | | Organisationsnr: Fakturering | |
| | | | | 556531-8457 | |
| Fastighetsbeteckning Julrosen | | Objektadress Hagagatan 36 | | Antal sidor Dnr 2 Lw 125/02 | |
| Objektnamn Hagagymnasiet | | Närvarande ombud Ove Larsson | | Tariff Debiteras 5 Faktureringsadress | |
| Tel | | | | | |
| 1 | UTRYMNING | 3 | SLÄCKUTRUSTNING | 5 | FÖRVARING - RISKER |
| 1:1 | Tillgång till utrymningsvägar | 3:1 | Handbrandsläckare | 5:1 | Brandfarlig vara |
| 1:2 | Låsning och blockering | 3:2 | Inomhusbrandposter | 5:2 | Gasflaskor |
| 1:3 | Utmärkning och belysning | 3:9 | Övrigt | 5:3 | Truckladdning |
| 1:4 | Gångavstånd | | | 5:4 | Uppvärmningsanordning |
| 1:9 | Övrigt | | | 5:9 | Övrigt |
| 2 | BRANDBEGRÄNSNING | 4 | BRANDTEKNISK INSTALL | 6 | ÖVRIG KONTROLL |
| 2:1 | Brandcellsavskiljande byggnadsdelar | 4:1 | Automatiskt brandlarm | 6:1 | Räddningstjänst angreppsvägar m m |
| 2:2 | Dörrar, fönster | 4:2 | Sprinkler | 6:2 | Insatsplaner |
| 2:3 | Genomföringar | 4:3 | Brandventilation | 6:9 | Övrigt |
| 2:4 | Ytskikt, lös inredning | 4:4 | Utrymningslarm | | |
| 2:9 | Övrigt | 4:5 | Stigarledning | | |
| | | 4:9 | Övrigt | | |
| Nr BRIST/MOTIV OCH ÅTGÄRD | | | | | |
| Följande åtgärder skall vidtagas för att hindra brands uppkomst, förhindra snabb brandspridning och förbättra utrymningsmöjligheterna vid brand. | | | | | |
| 5:4 Gasolflaskorna i kemisalén skall alltid förvaras i för det avsett gasolskåp. Detta har tidigare påtalats i protokoll Lw 78/98, 1998-10-27 och Lw 74/96, 1996-10-14. | | | | | |
| 1:2 Genom arbetsrum 2b löper en utrymningsväg från angränsande rum vilket medför att dörrarna aldrig får blockeras. Skall alltid hållas fria så att full öppningsbredd kan uppnås. | | | | | |
| 2:9 Trapphuset till filmrummet skall rensas från brännbart material. Detta har tidigare påtalats i protokoll Lw 78/98, 1998-10-27 och Lw 74/96, 1996-10-14. | | | | | |
| 4:4 Prov av brandlarmets hörbarhet skall utföras i aulan och konferensrummet då verksamhet förekommer såsom musikarrangemang och dyl. Om larmet inte klart och tydligt kan uppfattas skall aulan förses med optiskt larm och konferensrummet kompletteras med akustiskt larmdon. | | | | | |
| Gymnastiksalsbyggnaden. | | | | | |
| 2:2 Rökavskiljande dörr i korridor utanför omklädningsrummen är till för att erhålla två av varandra oberoende utrymningsvägar från gymnastiksalen. Skall förses med dörrstängare och hållas stängd. | | | | | |
| Bristerna bör vara åtgärdade snarast, dock senast 2003-01-15 | | | | | |
| Kontakta därefter brandförsvaret för efterkontroll | | | | Nästa brandsyn äger rum om | |
| | | | | <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 6 år | |
| Datum | | Brandsynförrättare | | Telefon | |
| 2002-10-30 | | Lars Widén <i>LarsWidén</i> | | 011-15 17 24 | |



NORRKÖPINGS BRANDFÖRSVAR
 Albrektsvägen 150
 602 39 NORRKÖPING
 Telefon 011-15 00 00

BRANDSYNEPROTOKOLL
 Upprättat vid brandsyn utförd enligt
 15 och 16 §§ räddningstjänstlagen

Objektnamn
 Hagagymnasiet

Sidnr Dnr
 2 Lw 125/02

Nr : BRIST/MOTIV OCH ATGÄRD

- 1:3 Byggnaden skall kompletteras med utrymningsmarkeringar till ursprungligt skick.
 2:4 Panelen i dambastun bör utbytas då tecken på torrdestillation börjar antydast vilket kan medföra en självantändning.

Anmärkningar i protokollet som tidigare påtalats skall omedelbart åtgärdas. Om bristerna kvarstår eller återupprepas kommer åtgärder att vidtagas av brandförsvaret i form av föreläggande som kan förenas med vitesbelopp.

Skriftliga rutiner skall upprättas för kontroll och dokumentation av brandtekniska funktioner och organisatoriska brandskyddsåtgärder.

Arbetsmetoden för brandförsvarets tillsyn (brandsyn) kommer fortsättningsvis att utgå från verksamhetens systematiska brandskyddsarbete.

Datum
 2002-10-30

Sign



NORRKÖPINGS BRANDFÖRSVAR
 Albrektsvägen 150
 602 39 NORRKÖPING
 Telefon 011-15 00 00

BRANDSYNEPROTOKOLL
 Upprättat vid brandsyn utförd enligt
 15 och 16 §§ räddningstjänstlagen

| | | | | | |
|--|--|---|--|-----|-----------------------------------|
| Innehavare Hagagymnasiet Hagagatan 36 602 15 Norrköping | | Ägare NSE Fastigheter Centrala distriktet Östra Promenaden 7 602 28 Norrköping | | | |
| Fastighetsbeteckning Julrosen | | Organisationsnr | Antal sior Dnr Lw 74/96 | | |
| Objektadress Hagagatan 36 | | Tariff 5 | Debiteras <input type="radio"/> innehavare <input checked="" type="radio"/> ägare | | |
| Objektnamn Hagagymnasiet | Närvarande ombud Jonny Erlandsson och Ove Larsson | Tel | | | |
| 1 | UTRYMNING | 3 | SLÄCKUTRUSTNING | 5 | FÖRVARING - RISKER |
| 1:1 | Tillgång till utrymningsvägar | 3:1 | Handbrandsläckare | 5:1 | Brandfarlig vara |
| 1:2 | Låsning och blockering | 3:2 | Inomhusbrandposter | 5:2 | Gasflaskor |
| 1:3 | Utmärkning och belysning | 3:9 | Övrigt | 5:3 | Truckladdning |
| 1:4 | Gångavstånd | | | 5:4 | Uppvärmningsanordning |
| 1:9 | Övrigt | | | 5:9 | Övrigt |
| 2 | BRANDBEGRÄNSNING | 4 | BRANDEKTEKNISK INSTALL | 6 | ÖVRIG KONTROLL |
| 2:1 | Brandcellsavskiljande byggnadsdelar | 4:1 | Automatiskt brandlarm | 6:1 | Räddningstjänst angreppsvägar m m |
| 2:2 | Dörrar, fönster | 4:2 | Sprinkler | 6:2 | Insatsplaner |
| 2:3 | Genomföringar | 4:3 | Brandventilation | 6:9 | Övrigt |
| 2:4 | Ytskikt, lös inredning | 4:4 | Utrymningslarm | | |
| 2:9 | Övrigt | 4:5 | Stigarledning | | |
| | | 4:9 | Övrigt | | |
| Nr | BRIST/MOTIV OCH ÅTGÄRD | | | | |
| | Följande åtgärder skall vidtagas för att hindra brands uppkomst, förhindra snabb brandspridning och förbättra utrymningsmöjligheterna vid brand. | | | | |
| 2:2 | Brand- och rökavskiljande dörrar försedda med dörrstängare får ej ställas upp med kilar ed. Skall hållas stängda. | | | | |
| 5:2 | Samtliga dörrar till utrymmen där gasflaskor förvaras skall utmärkas med skylt "Gasflaskor". | | | | |
| 5:2 | Gasolflaskor skall alltid förvaras i därför avsedda skåp. | | | | |
| 2:2 | Magnetuppställda dörrar i centraltrapphus mot biblioteket skall justeras så att de fungerar tillfredsställande. | | | | |
| 5:9 | Spis i bildsalen skall placeras så att plattorna inte ligger närmare brännbart material än 0,5 m. | | | | |
| 5:9 | I elcentralen i källaren får ingen verksamhet förekomma. | | | | |
| 4:1 | Källarkorridoren utanför fotolabben skall förses med rökdetektor kopplat till befintligt brandlarm. | | | | |
| 1:9 | Aulans foaje är en utrymningsväg från aulan. Där får inget lättantändligt material förvaras såsom papper konstgjorda blommor (som ej är dokumenterat flamskyddade, svårantändliga) mm. Utrymmet skall renas från dylikt materiel. | | | | |
| Bristerna bör vara åtgärdade snarast, dock senast 1996-12-15 | | Nästa brandsyn äger rum om | | | |
| Kontakta därefter brandförsvaret för efterkontroll | | <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 6 år | | | |
| Datum | Brandsynförrättare | Telefon | | | |
| 1996-10-14 | Lars Widén <i>Lars Widén</i> | 011-15 17 24 | | | |



NORRKÖPINGS BRANDFÖRSVAR
 Albrektsvägen 150
 602 39 NORRKÖPING
 Telefon 011-15 00 00

BRANDSYNEPROTOKOLL
 Upprättat vid brandsyn utförd enligt
 15 och 16 §§ räddningstjänstlagen

| | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|---|-----------------------------------|
| Innehavare Hagagymnasiet att. Ove Larsson Hagagatan 36 602 15 Norrköping | | Ägare Linköpings BoService AB Box 1912 581 18 Linköping | | Faktureringsadress Linköpings BoService AB Box 1912 581 18 Linköping | |
| Organisationsnr: Innehavare | | Organisationsnr: Ägare | | Organisationsnr: Fakturering | |
| | | 556531-8457 | | 556531-8457 | |
| Fastighetsbeteckning Julrosen | | Objektadress Hagagatan 36 | | Antal sidor 1 | |
| Objektnamn Hagagymnasiet | | Närvarande ombud Ove Larsson | | Dnr Lw 141/00 | |
| | | | | Tariff 5 | |
| | | | | Debiteras Faktureringsadress | |
| | | | | Tel | |
| 1 | UTRYMNING | 3 | SLÄCKUTRUSTNING | 5 | FÖRVARING - RISKER |
| 1:1 | Tillgång till utrymningsvägar | 3:1 | Handbrandsläckare | 5:1 | Brandfarlig vara |
| 1:2 | Låsning och blockering | 3:2 | Inomhusbrandposter | 5:2 | Gasflaskor |
| 1:3 | Utmärkning och belysning | 3:9 | Övrigt | 5:3 | Truckladdning |
| 1:4 | Gångavstånd | | | 5:4 | Uppvärmningsanordning |
| 1:9 | Övrigt | | | 5:9 | Övrigt |
| 2 | BRANDBEGRÄNSNING | 4 | BRANDTEKNISK INSTALL | 6 | ÖVRIG KONTROLL |
| 2:1 | Brandcellsavskiljande byggnadsdelar | 4:1 | Automatiskt brandlarm | 6:1 | Räddningstjänst angreppsvägar m m |
| 2:2 | Dörrar, fönster | 4:2 | Sprinkler | 6:2 | Insatsplaner |
| 2:3 | Genomföringar | 4:3 | Brandventilation | 6:9 | Övrigt |
| 2:4 | Ytskikt, lös inredning | 4:4 | Utrymningslarm | | |
| 2:9 | Övrigt | 4:5 | Stigarledning | | |
| | | 4:9 | Övrigt | | |
| Nr | BRIST/MOTIV OCH ÅTGÄRD | | | | |
| | Följande åtgärder skall vidtagas för att förbättra utrymningsmöjligheterna vid brand. | | | | |
| 1:2 | Generellt skall utrymningsvägarna via skolsalarna hållas fria. Vid brandsynetillfället noterades följande brister: sal 39 "White board" på hjul blockerar nödutgångsdörr. sal 31 Bord blockerar nödutgångsdörr. sal 26 Skolbänk blockerar nödutgångsdörr. | | | | |
| 3:1 | Kolsyresläckare i sal 36 skall upphängas på vägg. | | | | |
| 1:2 | F salens fönster, där utrymningsstegen är placerad, skall förses med öppningshandtag och skall provöppnas. | | | | |
| 1:9 | Skyddsrumsdörrarna under gymnastiksalen skall göras låsbara i öppenläge. | | | | |
| 1:3 | Utrymningsskyltar i gymnastikbyggnaden skall kompletteras till ursprungligt skick. | | | | |
| Bristerna bör vara åtgärdade snarast, dock senast 2000-12-01 | | | | Nästa brandsyn äger rum om | |
| Kontakta därefter brandförsvaret för efterkontroll | | | | <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 6 år | |
| Datum 2000-10-24 | Brandsynförrättare Lars Widén <i>Lars Widén</i> | | | Telefon 011-15 17 24 | |

BILAGA 11 Utrymningsövning

Hagagymnasiet genomförde den 28/11-05 en utrymningsövning. Tid till besök och utvärdering av denna har inte funnits då denna sammanföll med slutinlämningen av rapporten. Lars Widén vid räddningstjänsten i Norrköping var på plats och berättade följande.

För att undersöka om skolans utrymningsplan för huvuddelen fungerade placerades en rökmaskin vid det avskilda trapphuset och lärare vid det centrala trapphuset. Detta tvingade eleverna att utrymma via klassrummen och vidare genom det avskilda trapphuset. Enligt Widén fungerade utrymningen över förväntan även om det uppstod en flaskhals nere i det avskilda trapphuset vid dörren vidare mot annexet. Det rapporterades om en tillfredställande utrymning och det var bara en gosse som öppnade dörren mot atriet med effekten att det läckte in stora mängder rök in i det avskilda trapphuset. Hela atriet var utrymt efter ca fyra minuter vilket var väldigt bra. Antalet elever i huvuddelen uppskattades till ca 400 stycken.

Rutinerna vid uppsamlingsplatsen bör ses över i övrigt fanns enligt Widén inget att anmärka på vid utrymningsövningen.