



**LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA**
Lunds universitet

Rapport 9238

Brandteknisk riskvärdering

Upplands-Bro Gymnasium

Handledare:
Johansson, Henrik
Lilja, Per-Åke
Wikström, Fredrik

Av:
Axelsson, Johan
Eriksson, Oskar
Fransson, Ellinor
Hultquist, Carl

Brandteknisk riskvärdering Upplands-Bro gymnasium

**Axelsson, Johan
Eriksson, Oskar
Fransson, Ellinor
Hultquist, Carl**

Lund 2004

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 9238

Titel:

Brandteknisk riskvärdering Upplands-Bro Gymnasium

Title:

Fire safety evaluation of Upplands-Bro Gymnasium

Av/By

Axelsson, Johan
Eriksson, Oskar
Fransson, Ellinor
Hultquist, Carl

Brandingenjörsprogrammet, Lunds Tekniska Högskola, december 2004

Department of Fire Safety Engineering, Lund University, December 2004

Abstracts

This report is an evaluation of the egress safety in Upplands-Bro gymnasium which is situated in the Stockholm region. The school was originally designed for 600 pupils but the number has increased and today 950 pupils are attending the school. The increased number of pupils creates a more difficult egress situation and the fire service was therefore interested in an evaluation. Different fire scenarios were studied and three were chosen regarding the effect on egress and the likelihood of the scenario. These scenarios are meant to include the effects of all likely fire scenarios in the object. The time to reach untenable conditions was simulated with CFAST and/or with hand calculations. The time for egress was simulated with SIMULEX and a comparison was made between the two. In case of a fire the biggest problem, from an egress point of view, will be the vegetation outside the emergency egress windows. If the vegetation is removed, the school is to be considered safe. Recommendations are given how to increase the overall safety such as installing smoke alarms and better evacuation signs.

Sökord:

Brandteknisk riskvärdering, Upplands-Bro gymnasium, kritiska förhållanden, SIMULEX, CFAST, utrymning, personsäkerhet, brandscenarier, effektutvecklingskurva

Keywords:

Fire safety evaluation, Upplands-Bro gymnasium, critical conditions, SIMULEX, CFAST, emergency evacuation, human safety, fire scenarios, heat release rate curves

Språk/Language: Svenska Swedish

© Copyright: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund 2004

Förord

Under arbetets gång har ovärderlig hjälp mottagits från flera personer. Utan denna skulle arbetet ha gått mycket trögare och de otaliga kvällarna i datasalen varit tyngre.

Ett speciellt tack vill vi rikta till

Henrik Johansson för alla goda råd och upprepade korrekturläsningar samt genom att inte ge några raka svar, pressat oss till självständig tankeverksamhet.

Per-Åke Lilja för tålmodig rundvandring och ditt sätt att bita ihop när vi passerade cafeterian för tionde gången. Också tack för din hjälp med att svara på frågor under arbetets gång.

Fredrik Wikström för dina värdefulla synpunkter och uppmuntran under arbetets gång.

Lars Jensen för din hjälp att tyda svårtolkade och ibland omöjliga ventilationsritningar samt råd om hur ventilationen ska behandlas.

Lisbeth Granlund för att du har svarat på frågor och underlättat arbetet genom att ställa upp med resurser.

Daniel Gojkovic och **Håkan Frantzich** för att ni ställt upp med tid och svarat på frågor trots att ni inte behövde.

Personalen på Järfälla brandstation för en natt på Hilton och ett bra träningspass.

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.

Sammanfattning

Denna rapport är en brandteknisk utvärdering av Upplands-Bro gymnasium med avseende på personsäkerheten. Gymnasiet är ursprungligen dimensionerat för 600 elever, men i dagsläget går det 950 elever på skolan. Skolan uppfördes i början av 80-talet och är byggd i ett plan, med sutteränglösning. De byggnadsdelar som omfattas i rapporten är huvudkorridor, bibliotek, personaldel samt de delar där den huvudsakliga teoretiska undervisningen bedrivs.

Ett besök på objektet gjordes för att kunna bedöma utrymningsmöjligheterna samt det rådande brandskyddet. Ett antal brandscenarier studerades, tre stycken valdes därefter med hänsyn till trolighet samt konsekvens på personsäkerheten. Dessa tre scenarier ska representera alla tänkbara brandscenarier i objektet. De scenarier som valdes var brand i arbetsrum/personalrum, datasal och cafeteria. Brandscenarierna har simulerats med hjälp av datorprogrammen CFAST och utrymningen med SIMULEX. Resultaten har jämförts med handberäkningar.

Resultaten visar på svårigheter att endast utrymma genom korridorer som vanligtvis används för förflyttning i byggnaden. Detta visar vikten av fönsterutrymning, som ett fungerande utrymningsalternativ. Vid ett flertal fönster finns stora buskage som försvårar utrymningen. I de rum där fönsterutrymning inte är ett alternativ måste stor vikt läggas vid tidig upptäckt av brand för att möjliggöra en säker utrymning.

Det som **skall** åtgärdas för att säkerställa en betryggande personsäkerhet är:

- Buskaget utanför de fönster som fungerar som utrymningsvägar skall tas bort, eller klippas ner så mycket att en eventuell utrymning inte försvåras.
- Fönster för utrymning skall inte vara blockerade från insidan.
- Lagring i väg till utrymningsväg skall inte ske.
- De fönster som används som utrymningsvägar skall markeras tydligt

Det viktigaste som **bör** åtgärdas är:

- Rum som inte omfattas av det automatiska brandlarmet bör utrustas med brandvarnare.
- Fönster som utrymningsvägar bör markeras med tydliga utrymningsskyltar.
- Regelbundna kontroller av rökdetektorer samt dörrstängare bör genomföras.
- Utrymningsplaner och skyltar bör vara aktuella och enhetligt utformade.

Även förslag till förbättringar har lämnats i rapporten.

Utrymningssäkerheten på skolan kan med några enkla åtgärder säkerställas och personsäkerhetsskyddet kan då anses vara fullgott. Det finns många aspekter på skolans brandskydd som redan nu bedöms som goda eller mycket goda, såsom att de flesta rum har utrymning direkt till det fria och att brandtekniska avgränsningar finns inom objektet. En eventuell brand bedöms kunna begränsas inom en brandcell, och på så sätt hålls skadorna på objektet nere. Det automatiska brandlarmet möjliggör att utrymning kan påbörjas snabbt. Det finns även en säkerhetsmedvetenhet och en vilja till förbättringar på skolan.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	- 9 -
1.1	Bakgrund	- 9 -
1.2	Syfte	- 9 -
1.3	Förkunskapskrav	- 9 -
1.4	Kursupplägg	- 9 -
1.5	Inriktning	- 10 -
2	OBJEKTSBESKRIVNING	- 11 -
2.1	Avgränsningar	- 11 -
2.1.1	Osäkerheter	- 11 -
2.2	Byggnaden och verksamhet	- 12 -
2.2.1	Översiktlig beskrivning av norra delen	- 13 -
2.2.2	Översiktlig beskrivning av södra delen	- 13 -
2.2.3	Översiktlig beskrivning av huvudkorridoren	- 14 -
2.3	Brandtekniska system	- 14 -
2.3.1	Passiva system	- 14 -
2.3.2	Aktiva system	- 14 -
2.3.3	Övriga förutsättningar	- 16 -
2.4	Ventilation	- 16 -
2.5	Personalens utbildning och övningar	- 17 -
2.6	Utrymning	- 18 -
2.7	Tillbudshistorik	- 19 -
2.8	Räddningstjänst	- 19 -
3	BRANDSCENARIER	- 20 -
3.1	Brandscenarier på objektet	- 20 -
3.1.1	Scenario 1, Personalrum/fikarum/lunchrum, Husdel 6	- 21 -
3.1.2	Scenario 2, Kapprum/kopiatorrum, Husdel 6	- 22 -
3.1.3	Scenario 3, Kontor, Husdel 6	- 22 -
3.1.4	Scenario 4, Uppehållsrum/mindre korridor, Husdel 7	- 23 -
3.1.5	Scenario 5, Datasal, Husdel 2	- 24 -
3.1.6	Scenario 6, Kemisal, Husdel 7	- 25 -
3.1.7	Scenario 7, Passage (kontor), Husdel 5-7	- 26 -
3.1.8	Scenario 8, Arbetsrum/Personalrum, Husdel 2	- 27 -
3.1.9	Scenario 9, Huvudkorridor/cafeteria	- 28 -
3.1.10	Scenario 10, Bibliotek, Husdel 4	- 29 -
3.1.11	Scenario 11, Undertak, Alla berörda husdelar	- 29 -
3.1.12	Scenario 12, Ventilationsrum, Husdel 2, 4, 6	- 29 -
3.2	Scenarioval sammanställning	- 30 -
3.3	Slutgiltigt scenarioval	- 32 -
4	VAL AV EFFEKTKURVOR	- 33 -
4.1	Scenario 5 och 8. Datasal och Arbetsrum/Personalrum	- 33 -
4.1.1	Slutgiltiga effektkurvor, Datasal, Arbetsrum/personalrum	- 35 -
4.2	Scenario 9 Cafeteria	- 37 -
4.2.1	Slutgiltig effektkurva Cafeteria	- 39 -
5	BESKRIVNING AV SIMULERINGARNA.	- 41 -
5.1	Scenario 5 Datasal	- 41 -
5.2	Scenario 8 Arbetsrum/personalrum	- 42 -
5.3	Scenario 9 Cafeteria	- 44 -

6	RESULTAT FRÅN SIMULERINGARNA I CFAST	- 46 -
6.1	Scenario 5 Datasal	- 46 -
6.2	Scenario 8 Arbetsrum/Personalrum	- 47 -
6.3	Scenario 9 Cafeteria	- 48 -
7	KÄNSLIGHETSANALYS	- 50 -
7.1	Tid till upptäckt	- 50 -
7.2	Tillväxtkurva Fast	- 50 -
7.3	Handberäkningar av sikt	- 50 -
8	SIMULERINGAR I SIMULEX	- 52 -
8.1	Resultat simulering, utrymning	- 52 -
9	JÄMFÖRELSE CFAST SIMULEX	- 56 -
9.1	Arbetsrum/Personalrum	- 56 -
9.2	Datasal	- 56 -
9.3	Cafeteria	- 57 -
10	SLUTSATSER OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG	- 59 -
10.1	Brister och åtgärder	- 62 -
10.1.1	Skall åtgärdas	- 63 -
10.1.2	Bör åtgärdas	- 63 -
10.1.3	Förslag till förbättringar	- 64 -
	REFERENSLISTA	- 66 -
	APPENDIX 1 – STATISTIK	- 68 -
	APPENDIX 2 - HANDBERÄKNINGAR	- 76 -
	APPENDIX 3 - SAMMANSTÄLLNING RESULTAT CFAST	- 79 -
	APPENDIX 4 - SAMMANSTÄLLNING SIMULERINGAR I SIMULEX	- 88 -
	APPENDIX 5 - RESULTAT FRÅN KÄNSLIGHETSANALYS	- 91 -
	APPENDIX 6 - BRANDSYNEPROTOKOLL	- 96 -

1 INLEDNING

Vid nybyggnation eller omfattande ombyggnation måste brandskyddet och utrymningssäkerheten fastställas endera med hjälp av förenklad dimensionering (regler och lagar) eller genom en analytisk dimensionering (med hjälp av beräkningar och datorprogram visa att objektet uppfyller de grundläggande kraven ställda i BBR (Boverkets Bygg Regler)). En värdering av brandskyddet på ett färdigbyggt objekt följer samma process med skillnaden att förutsättningarna redan är fastlagda. I värderingen studeras, utvärderas och om det behövs lämnas förslag på åtgärder som gör att personsäkerheten uppfyller givna regler och lagar.

1.1 Bakgrund

Det här arbetet är ett resultat av kursen VBR 054, Brandteknisk riskvärdering, som ges för tredje årets brandingenjörsstudenter på Lunds Tekniska högskola. Kursen omfattar 40 timmar föreläsning, 8 timmar datorövning, 10 timmar seminarieredovisning och 330 timmar självstudie. Kursen genomförs som ett grupparbete genom en så kallad Case studie metodik. Varje grupp tilldelas ett objekt, en handledare från brandteknik vid Lunds Tekniska högskola och en handledare från räddningstjänsten i berörd kommun. Med hjälp av handledarna genomförs en värdering av personsäkerheten på objektet och förslag till förbättringar ges om så behövs.

1.2 Syfte

Syftet med kursen är att studenten ska få lära sig hur man kan utvärdera brandskyddet på ett objekt med hjälp av diverse regelverk och beräkningsmodeller. Processen ska få studenten att förstå vilka regelverk som styr, användningsområden och begränsningar för diverse beräkningsmodeller samt öva sina färdigheter i rapportskrivning.

1.3 Förkunskapskrav

För att få läsa kursen krävs att studenten har klarat av kurserna VBR 033 Branddynamik, VBR 022 Brandkemi, MMV 016 Termodynamik, FAF 121 Fysik, FMA 410 Endimensionell analys och kursen FMA 420 Linjär algebra.

1.4 Kursupplägg

De föreläsningar som ingår i kursen är schemalagda till den första delen av kursen för att ge kunskap och underlag att utföra riskvärderingen. Under de första veckorna studerar gruppen ritningar och den förhandsinformation som finns given samt planerar ett studiebesök på objektet. Studiebesöket ska ge möjlighet att samla nödvändig information för att göra värderingen. Efter besöket bestäms ett antal olika brandscenarier som ska representera de mest troliga scenarierna i samspel med dem som förmodas ge störst konsekvenser. Brandscenarierna ligger sedan till grund för en fortsatt värdering av personsäkerheten. Till de valda brandscenarierna konstrueras effekt-tid kurvor som blir inparametrar till de beräkningsprogram som används för att utvärdera brandens effekt på objektet och utrymningen. Utrymningsberäkningar görs med hjälp av datormodeller. Resultaten granskas och utvärderas och en värdering av personsäkerheten tas fram. Om brister i personsäkerheten finns diskuteras lämpliga förbättringar och åtgärder rekommenderas. Arbetet redovisas genom ett seminarium där opponering på arbetet kommer att ske av yrkesverksamma brandingenjörer samt en annan grupp studenter i kursen. Efter seminariet revideras rapporten och den färdiga versionen trycks och publiceras.

1.5 Inriktning

Inriktningen på arbetet är att utvärdera personsäkerheten i byggnaden. Vid en eventuell brand kommer i de flesta fallen en hel brandcell påverkas om branden inte detekteras och släcks fort. Brandspridning mellan brandceller bör kunna förhindras med hjälp av Räddningstjänsten om brandcellsgränserna hålls intakta. Största delen av arbetet kommer därför att rikta in sig på personsäkerheten. En diskussion om brandcellsgränserna, de fel och brister som upptäcktes under studiebesöket samt en redogörelse av ventilationsbrandskyddet kommer dock att ske.

2 OBJEKTSBESKRIVNING

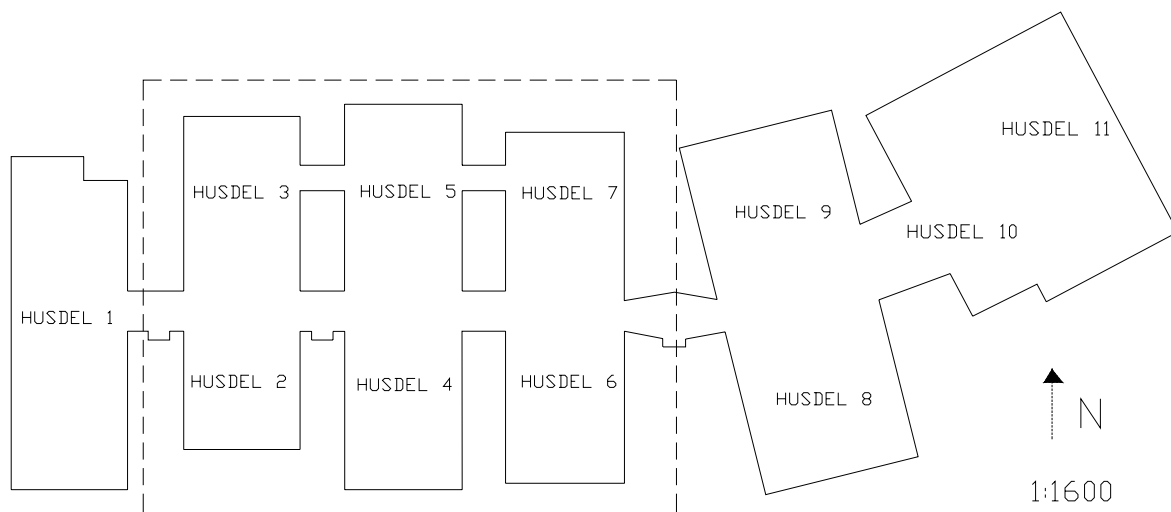
Objektet för det här arbetet är Upplands-Bro Gymnasium. Skolan är byggd 1983 och har ej genomgått några stora renoveringar efter nybyggnationen. När skolan byggdes projekterades den för ett elevantal på 650 personer. Idag har elevantalet på skolan ökat till ca 950 elever vilket medför en ökad persontäthet. Attunda räddningstjänst har krävt vissa åtgärder för att säkerställa att den ökade persontätheten inte medför ökade risker för personerna på skolan. Gamla brandsyneprotokoll bifogas i Appendix 6 och där framgår vilka åtgärder och brister som har kommit fram genom brandsynerna.

I dagsläget finns inga rullstolsburna personer på objektet och utrymning för rullstolsburna kommer inte tas upp. Vissa slutsatser kommer dock att dras för rörelsehindrade som bygger på resultaten från de utrymningssimuleringar som gjorts.

Anledningen till att gymnasiet har valts som objekt är för att undersöka hur den ökade persontätheten påverkar personsäkerheten samt kontrollera att de åtgärder som räddningstjänsten krävt genom brandsyner har fått önskad effekt.

2.1 Avgränsningar

Skolan består av sex huskroppar men det här arbetet är avgränsat till att endast omfatta tre av huskropparna Figur 2-1. Dessa huskroppar är de som har påverkats mest av den ökade persontätheten och därför mest relevanta att studera. Verksamheten i huskropparna och utförande av dessa är likartade och storleken på objektet blir då passande för arbetsmängden föreslagen i kursen.



Figur 2-1 Schematisk bild av Upplands-Bro gymnasium

2.1.1 Osäkerheter

Under projektets gång har vissa osäkerheter uppkommit. Dessa har lett till att antaganden och förenklingar har fått göras för att kunna genomföra utvärderingen. Där förenklingar och antaganden är gjorda redovisas detta på ett tydligt sätt.

Eftersom ombyggnation har påbörjats i husdel 3, och husdel 4 var projekterad för ombyggnation har utvärdering av personsäkerheten för dessa delar baserats på det projekterade utseendet, inte på hur objektet såg ut vid studiebesöket. Övrig utvärdering baseras på den nuvarande planlösningen och observationer gjorda under studiebesöket.

Avgränsningen av objektet vid huvudentrén är dragen mitt i en brandcell vilket gör att bränder i den ej värderade delen kommer att få konsekvens för den projekterade delen. Ingen hänsyn är tagen till detta och värderingen är endast utförd för tillbud i den värderade delen. Vid utvärdering av de valda scenarierna tas dock den rumsvolym som berörs av scenariot med.

2.2 Byggnaden och verksamhet

Gymnasiet har nationella program, specialutformade program samt individuella program. Detta skapar ett stort upptagningsområde för skolan och drygt 40 procent av eleverna kommer från andra kommuner. Största delen av skolans verksamhet bedrivs vid skolvägen i Kungsängen. Denna del av skolan består av sex huskroppar som sitter ihop med hjälp av en huvudkorridor. I huskropparna bedrivs olika typer av verksamhet beroende på program och användningsområde, som t ex fordonsprogram, gymnastiksal, matsal och undervisningssalar.

I husdel 2-7, Figur 2-1, vistas flest elever. Huskropparna är byggda med en sutteränglösning och de norra delarna av huset ligger ett halvt plan högre än de södra delarna. Huvudkorridoren består därför av två plan. Skolans stomme består av limträstomme med undantag för entresolplanet i huvudkorridoren som består av gjuten betong. Fasaden på skolan varierar mellan de olika delarna av byggnaden. Huvudkorridorens fasad består av fasadplattor och övriga huskroppar har tegelfasad på den nedre delen och träfasad på den övre delen Figur 2-2. Det närliggande området kring skolan består till största del av öppna gräs- och asfaltsytor och det är ca 30 m till närmsta byggnad.



Figur 2-2 Skolans fasad består av tegel och trä.

Huvudentrén till skolan ligger i korridoren mellan husdel 6 och 8. I huvudkorridoren finns också skolans cafeteria, elevskåp och uppehållsutrymmen med stolar, bord och ett fåtal växter.

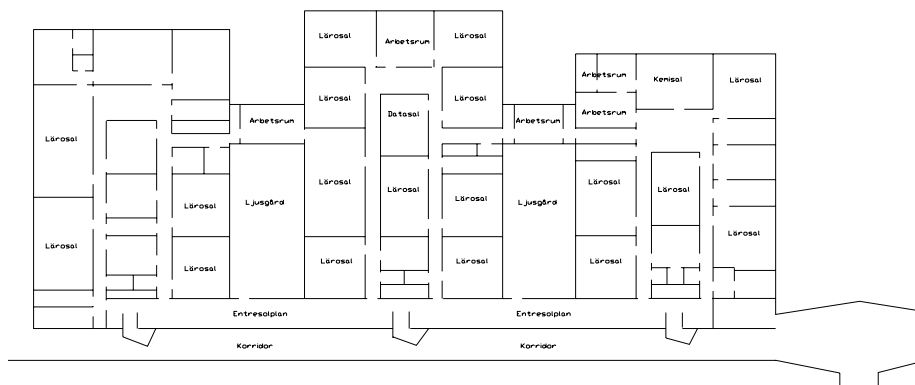
Husdel 2, 3, 5 och 7 är alla uppbyggda på samma sätt med klassrum längs ytterväggarna, en mittendel med klassrum och två mindre korridorer med uppehållsutrymme. Taket i mittendelen är högre än övriga delar för att möjliggöra ljusinsläpp i dessa salar. Husdel 4 innehåller bibliotek, en mindre samlingssal och några grupprum. Husdel 6 utgörs av kanslidel.

2.2.1 Översiktlig beskrivning av norra delen

I husdel 7 bedrivs skolans fysik- och kemiundervisning utöver den undervisning som inte kräver någon extra utrustning. Mellan husdel 3, 5 och husdel 5, 7 finns det två korridorer med förberedelserum för lärarna. Dessa korridorer inhägnar ljusgårdar mellan husdelarna som normalt inte utnyttjas av elever och lärare.

I husdel 5 finns undervisningssalar, en datasal, ett större klassrum i mitten av huset samt förberedelserum för lärarna.

Husdel 3 är under ombyggnation för att utöka antalet undervisningssalar och planlösningen kommer att likna husdel 5.



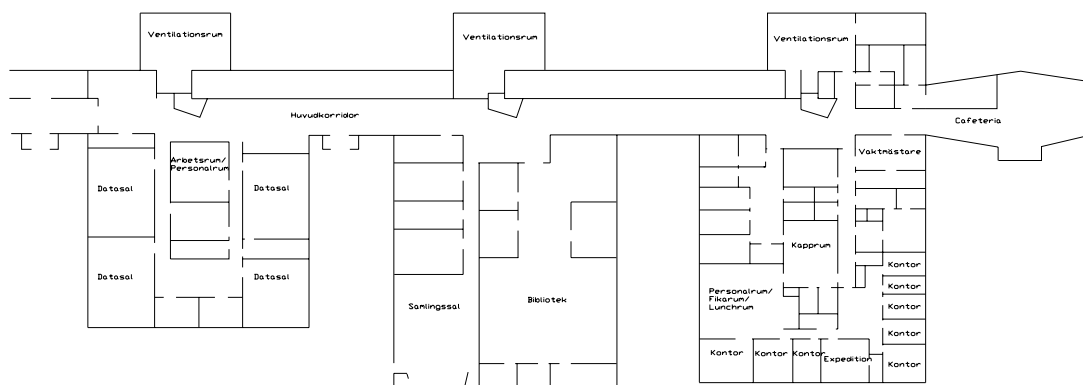
Figur 2-3 Översiktlig bild av husdel 3, 5, 7

2.2.2 Översiktlig beskrivning av södra delen

Husdel 6 utgörs av kanslidel med små kontorsrum där SYO, skolsköterska, rektor m.fl. jobbar. Här finns också skolans expedition, lärarnas kapprum och fikarum/lunchrum.

Behovet av större ytor i biblioteket och en mindre samlingssal har bidragit till att husdel 4 byggs om för tillfället.

I husdel 2 finns fyra av skolans datasalar för undervisning, samt ett antal mindre rum med datorer.



Figur 2-4 Översiktlig bild av husdel 2, 4, 6

2.2.3 Översiktlig beskrivning av huvudkorridoren

Den långa huvudkorridor som går genom hela skolan är en central plats för skolan eftersom huvudentré och övriga entréer är belägna här. Här finns skåp för att förvara väskor och böcker samt uppehållsutrymmen med stolar och bord. I anslutning till huvudentrén finns också skolans cafeteria. Korridoren är numera kameraövervakad eftersom det tidigare förekom mycket stöld från elevskåpen.

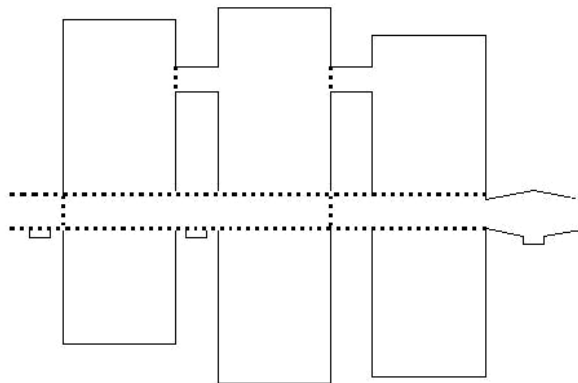
2.3 Brandtekniska system

De brandtekniska skyddssystemen som finns i byggnaden består av en kombination av olika aktiva och passiva system. Tillsammans ska de säkerställa att utrymning av berörda människor kan ske samt att brandspridningen begränsas.

2.3.1 Passiva system

Ett passivt system är en brandskyddsåtgärd som alltid finns och är aktiv oavsett om det brinner eller ej, Holmstedt G (2004). Syftet med det passiva systemet är att förhindra brandspridning mellan brandceller och försvåra brandspridning inom brandceller.

Den huvudsakliga beståndsdel i de passiva systemen är den brandcellsindelning som finns gjord. Var brandcellsgränserna är dragna framgår av Figur 2-5. Brandcellsindelningen är logiskt gjord där varje husdel avgränsas från huvudkorridoren. Viss uppdelning av huvudkorridoren är även gjord för att inte få alltför stora brandceller. Brandcellsgränserna är av klass EI 30 med dörrar i samma klass. I väggar och dörrar finns stora glaspartier av klass E 30. I innerhörnen är de berörda glaspartierna också klassade för att förhindra brandspridning mellan olika brandceller. Ytskikten i brandcellerna är mestadels obrännbara och hjälper på så sätt till att försvåra brandspridning inom brandcellen.



Figur 2-5 Brandcellsgränserna i de berörda husdelarna

2.3.2 Aktiva system

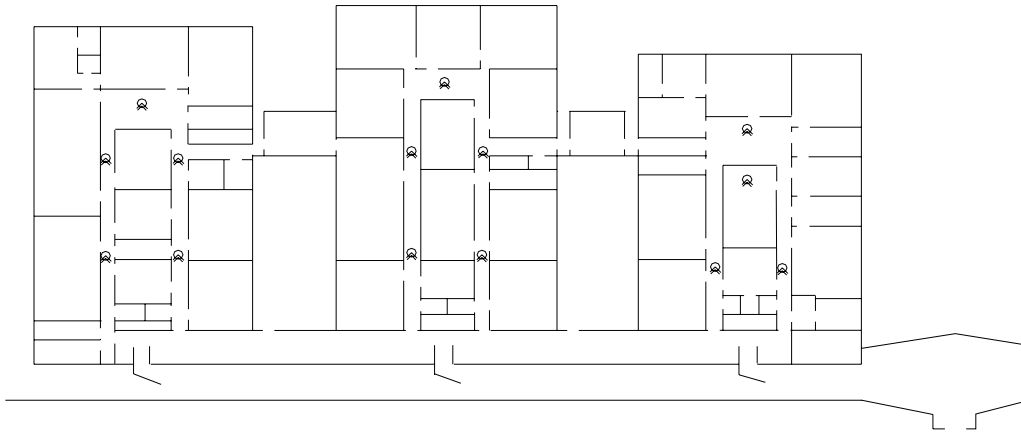
Aktiva system innefattar de brandskyddsåtgärder som måste aktiveras vid en brand för att minska brandskadorna, Holmstedt G (2004). Syftet med aktiva system varierar mellan de olika systemen, vissa har som uppgift att detektera och larma (brandlarm) medan vissa har som uppgift att släcka eller begränsa branden (sprinklersystem).

I objektet finns aktiva system i form av automatiskt brandlarm med rökdetektorer och tryckknappar, automatiska dörrstängare samt släckutrustning i form av inomhusbrandposter och brandsläckare.

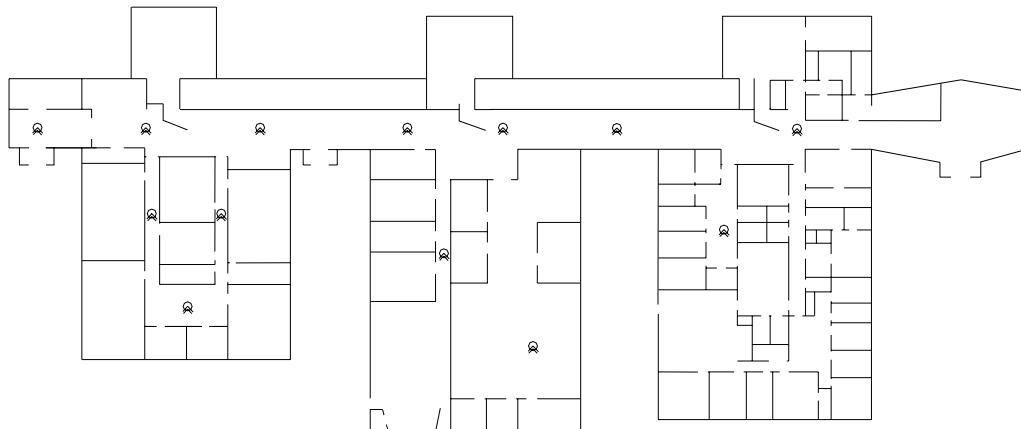
2.3.2.1 Automatiskt brandlarm

Ett automatiskt brandlarm är installerat i lokalerna. Rökdetektorer är placerade i huvudkorridoren samt de korridorer som finns i de olika huskropparna. Detektorernas placering framgår av

Figur 2-6 och Figur 2-7. Brandlarmets larmdon är ringklockor. Larmdonens hörbarhet ska vara säkerställd i alla lokaler. Detektorerna är av joniserande typ. I lokalerna finns även tryckknappar för manuell aktivering av larmet. Tryckknapparna säkerställer att om en mänsklig detektion av brand sker kan övriga personer i lokalerna göras medvetna om faran. Brandlarmet testas en gång per termin.



Figur 2-6 Placering av detektorer husdel 3, 5, 7



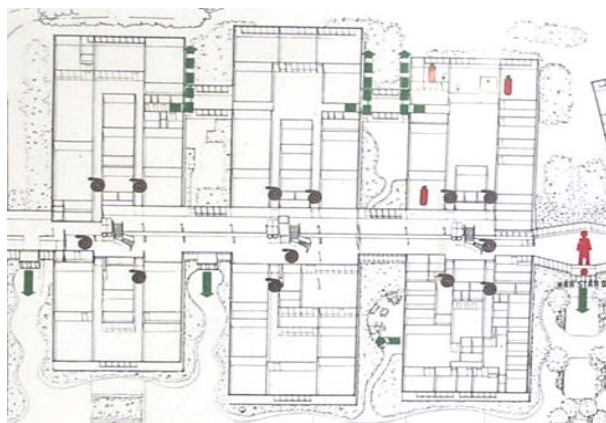
Figur 2-7 Placering av detektorer i husdel 2, 4, 6

2.3.2.2 Automatisk dörrstängare

Brandcellsgränserna är alla dragna genom korridorer där det dagligen passerar en stor mängd personer. För att dörrarna ska stängas vid detektion av brand är de uppsatta med magneter och utrustade med automatiska dörrstängare. Magneterna är inte styrda av det automatiska brandlarmet utan släpper på indikation från en rökdetektor placerad intill dörren som avses. Funktionen på dörrarna testades genom tryckknapp och de flesta fungerade. De som ej fungerade var uppkilade och i ett av fallen fungerade magneten inte alls. Provning och undersökning av rökdetektorernas funktion samt underhåll av dessa finns inte redovisat.

2.3.2.3 Släckutrustning

Inom lokalerna fanns manuell släckutrustning i form av inomhusbrandposter. Antal och placering framgår av Figur 2-8. Förutom inomhusbrandposterna finns det några handbrandsläckare utplacerade enligt Figur 2-8. Brandsläckarna finns endast utplacerade i anslutning till kemi- och fysiksalarna där det förvaras brännbara vätskor och brännbara gaser.



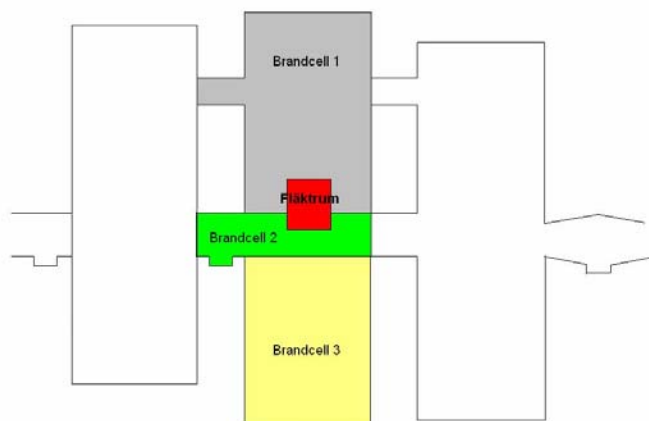
Figur 2-8 Placering av inomhusbrandposter och brandsläckare.

2.3.3 Övriga förutsättningar

Förutom de aktiva och passiva systemen finns en mängd olika faktorer som påverkar utgången av en brand. Klarar t ex personalen att släcka branden i ett tidigt skede minskas riskerna och skadorna avsevärt. Ventilationen kan vara en möjlighet för branden eller brandgaserna att sprida sig mellan brandceller och påverkar på så sätt utgången av branden.

2.4 Ventilation

I objektet finns tre stycken ventilationsanläggningar som servar varsin huskropp och huvudkorridoren. Fläktrummen är brandtekniskt avskiljda och placerade i betongkonstruktionen under sutterängvåningen. Varje fläktrum servar alltså de bägge husdelarna i samma huskropp och huvudkorridoren mellan dem. Tre brandceller servas därför av samma fläktaggregat. Vid brandcellsgränserna finns inga spjäll placerade utan fläktrummen som löper igenom andra brandceller är isolerade för att förhindra brandspridning.



Figur 2-9 Fläktrum och de brandceller det servar i en huskropp.

Vid normal drift är systemet ett till- och frånlufts system. I de flesta rummen sitter både från- och tilluftsdonen i takhöjd och är av omblandande typ. I några rum är en modifiering gjord och tilluftsdonen har dragits ned till golvnivå och är av deplacerad typ.

Vid brand sker detektion i från- och tilluftskanalen av rökdetektorer. Om detektorerna indikerar brand stängs spjäll för både till- och frånluft i fläktrummet. Fläktaggregatet slås av och ett spjäll till en kanal för brandgasventilation öppnas.

Försvårande omständigheter är att fläktrummet ligger lite olyckligt placerat eftersom det ligger lägre än högsta punkterna på ventilationssystemet det serverar. Detta betyder att om brandgaser tränger in i ventilationssystemet måste de tvingas ner till fläktrummet innan de kan stiga upp i kanalen för brandgasventilation. De måste gå mot sin egen stigmat vilket kräver ett högt brandtryck.

Ett motstånd i ventilationskanalen betyder att brandgaser lättare sprids inom brandcellen eftersom motståndet in till angränsande rum är mindre än motståndet för att ta sig ner till fläktrummet.

Trots detta bedöms spridningen bli liten eftersom volymerna inom brandcellen är mycket stora och spridningen kommer att fördelas jämnt mellan berörda rum. Om ett eventuellt brandrum har dörren öppen mot ett angränsande utrymme kommer spridningen till övriga rum bli ännu mindre på grund av en lägre tryckupbyggnad. Brandgasspridningen kommer då i huvudsak ske till rum som står i direkt anslutning till brandrummet.

Brandgasspridning mellan brandcellerna är svår att beskriva. Då det funnits problem att få fram ordentliga uppgifter över exakt utförande av kanalutformning i fläktrummet bygger följande resonemang på den mest troliga lösningen från våra observationer.

Då brandcellerna har samma kanal för brandgasventilation finns det risk att brandgaserna väljer att gå upp i ventilationskanalen till en angränsande brandcell i stället för till brandgasventilationen. Det är svårt att exakt fastställa hur troligt ett sådant här scenario är, men risken finns, då brandgasventilationen är gemensam.

2.5 Personalens utbildning och övningar

All personal som jobbar inom skolan har för tre år sedan genomgått en heldags grundläggande brandutbildning. Personal anställd efter detta tillfälle eller tillfälligt anställd personal har ej genomgått denna utbildning. Lärarnas ansvar vid utrymning begränsar sig till att ta med sig eleverna från sitt eget klassrum till återsamlingsplatsen. Ingen central organisation finns från skolans håll för att säkerställa att lokalerna är helt utrymda.

Utrymningsövningar sker en gång per termin. Lärarna går då igenom utrymning och återsamlingsplats med eleverna. Utrymningsövningarna inkluderar ej en förflyttning till återsamlingsplatsen utan består endast av en genomgång. Det här sättet att genomföra utrymningsövningarna har använts de senaste 4-5 åren.

2.6 Utrymning

Utrymning av lokalerna förenklas genom att det är en enplansbyggnad och de flesta rummen har öppningar mot det fria. Utrymningsvägarna från husdelarna består av korridorer mot huvudkorridoren och fönsterutrymning till det fria. I de norra husdelarna kan även utrymning ske till det fria via en dörr i mellanpassagerna. Lokalerna som är svårast att utrymma är de rum som omsluts av de mindre korridorerna i huskropparna eftersom de inte har tillgång till fönsterutrymning. De rum som vetter mot ljusgårdarna har samma problem då ljusgården inte kan användas för utrymning eftersom dörrarna från ljusgården är låsta och det går ej att ta sig därifrån. Återsamlingsplatsens läge och utformning framgår av Figur 2-10.



Figur 2-10 Återsamlingsplatsen placering i förhållande till skolan (återsamlingsplatsen markerad nere till höger)

Fönsterutrymning sker genom fönster som har en bröstningshöjd på 0,95 m och mäter 0,9 x 1,10 m (BxH). Utanför de södra husdelarna finns en stor mängd buskar av varierande sort. Dessa måste forceras innan man kan komma bort från huset. Se Figur 2-11 för förtydligande. Fönsterutrymning från datasalar kräver att det skyddsgaller som finns för att försvåra inbrott låses upp. Detta har lösts genom att lärarna har ålagt sig att alltid låsa upp fönstret då elever vistas i salen.



Figur 2-11 Buskage som blockerar möjligheten till en effektiv fönsterutrymning

Ett fåtal utrymningsplaner för skolan finns uppsatta i huvudkorridoren. Utrymningsplanernas utformning framgår av Figur 2-12. Inga utrymningsplaner finns i husdelarna.



Figur 2-12 Exempel på utrymningsplan och bristfällig montering.

Utrymningsskyltarna i skolan är efterlysande skyltar av varierande kvalitet och på vissa ställen kan skyltningen anses vara bristfällig. De fönster som är tänkta för utrymning är inte skyltade och genomlysta skyltar finns ej i objektet.

2.7 Tillbudshistorik

Skolan har varit förskonad från falsklarm och tillbud. Sedan 1983 har endast två fellarm kommit från aktivering av larmknappar. Fellarm från rökdetektorer har även det skett i en liten mängd. Brandtillbudet då det konstaterats brand har begränsat sig till ett tillfälle då en container placerad utanför byggnaden antändes. Skolan har även varit förskonad från allvarigare skadegörelse både invändigt och utvändigt. Studerar man skolor i närliggande områden kan man däremot se att det finns ett antal tillbud med framförallt skadegörelse och anlagda bränder. (Granlund, L, Rektor Upplands-Bro Gymnasium, Personlig intervju september 2004)

2.8 Räddningstjänst

Attunda Brandkår är en samverkan mellan fyra kommuner: Järfälla, Sollentuna, Upplands Väsby och Upplands Bro. Samverkan startades 1997 för att öka satsningen på förebyggande arbete, skapa en effektiv utryckningsorganisation samt att sänka kostnaderna. Attunda Brandkår har fyra stationer, en i vardera kommun och varje station har en styrka på 1+5.

Upplands Bro brandstation ligger i samhället Bro och det är de som har huvudansvaret för Upplands Bro gymnasium. De utför brandsyner med två års intervall. Stationen har vardagar 06.30-17.00 en heltidsstyrka på 1+5 och en inställetid på 7,5 min till skolan. Övrig tid finns det en deltidstyrka på 1+5 med en inställetid som är något längre, drygt 10 min. Vid ett automatlarm larmas enbart Upplands Bro station, men vid ett inringt larm larmas ytterligare en station, normalt sett Järfälla station.

Skolan är lättåtkomlig då alla lokaler ligger i markplan. Möjligheterna att köra fram med brandbilarna är goda på framsidan eftersom det finns mycket asfaltsytor och vägar. Dock är det svårare på baksidan, där det bara finns en väg till nordöstra hörnet av skolan, resten är gräsytor.

3 BRANDSCENARIER

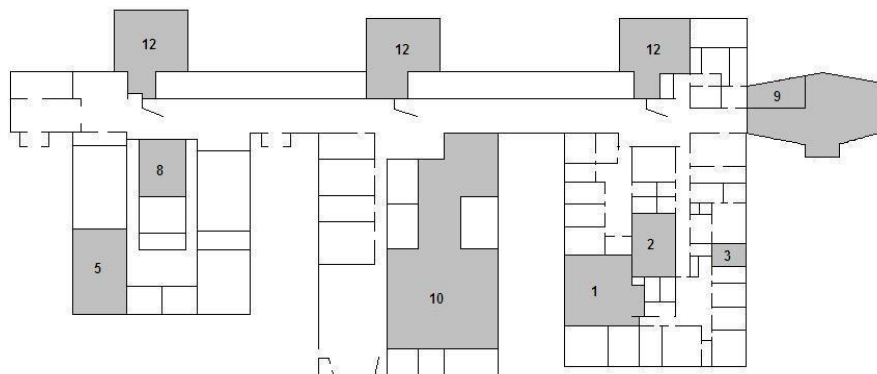
För att utvärdera personsäkerheten på ett objekt måste ett eller flera dimensionerande scenarier bestämmas. Dessa används sedan för att studera vilka förhållanden som kan tänkas uppstå samt hur snabbt det skulle gå. Brandscenarierna ligger därför till grund för den fortsatta utvärderingen av säkerhetsnivån.

3.1 Brandscenarier på objektet

Under studiebesöket studerades de olika ingående rummen ur utrymningssynpunkt, brandbelastning och antändningskällor. Med hjälp av tillgänglig statistik för allmän byggnad och skolor, Appendix 1, valdes sedan brandscenarier utifrån konsekvens och sannolikhet. De troligaste scenarierna och de med störst konsekvens redovisas nedan och startrummet placering visas i Figur 3-1 och Figur 3-2 med scenarionumret.



Figur 3-1 Scenarionummering och dess placering husdel 3, 5, 7



Figur 3-2 Scenarionummering och dess placering husdel 2, 4, 6

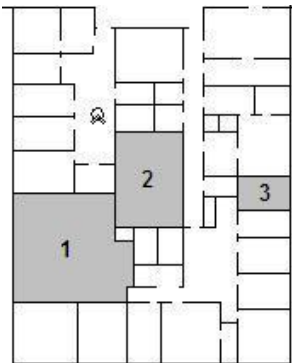
För att ha ett referensvärde för brandbelastningen bestäms denna i förhållande till ett normalt vardagsrum innehållande soffgrupp, fåtölj, bokhylla samt matsalsbord med tillhörande stolar. Normal personnärvaro refereras till att rummet är under uppsyn eller brukas 60 procent av tiden då skolan utnyttjas.

3.1.1 Scenario 1, Personalrum/fikarum/lunchrum, Husdel 6

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över hur ofta det brinner i kök och personalrum. Kök står där för ett värde på sex procent och personalrum för fyra procent av tillbuden. Antändningskällor i rummet kan vara spis, kyl, frys samt diverse annan teknisk utrustning. Dessa finns representerade i statistiken. Övriga risker i rummen kan vara glömt levande ljus.

Väggarna består av tapeter och målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet består av soffgrupp, bord, stolar, köksinredning och diverse annan lös inredning. Brandbelastningen anses vara normal.

Automatisk detektion vid brand är försvårad då det inte finns någon detektor i rummet. För att brandgaserna ska nå närmaste detektor krävs att de fyller det angränsande kapprummet och sprids vidare till den intilliggande korridoren, Figur 3-3. Personalrummet har hög personnärvaro.



Figur 3-3 Scenario 1 med angränsande kapprum och intilliggande korridor. Branden startar i rum 1.

Vid användning i soffgrupp kan ett snabbt brandförlopp ge en kraftig brandgasutveckling och möjlighet till ytterligare brandspridning. Detektionen av branden kommer att bli fördröjd om ej manuell detektion sker eftersom takhöjden i det angränsande kapprummet är högre än intilliggande rum och korridorer. Då personalrummet har indirekt anslutning till mindre korridorer mot huvudkorridoren kan dessa blockeras samtidigt och försvåra eventuell utrymning av hela husdelen. Inga dörrar delar av de olika rummen och stora volymer binds samman. Därför en brand kan snabbt påverka hela brandcellen.

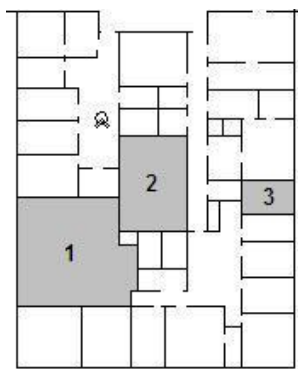
Alla angränsande rum har möjlighet till fönsterutrymning vilket minskar risken att bli inestängd. De rum som ligger mellan de bägge mindre korridorerna påverkas ej förrän automatisk detektion av branden sker och berörda människor får information innan utrymning är försvårad. Persontätheten i den berörda delen är låg i förhållande till övriga skolan och personerna som vistas i husdelen har god lokalkännedom. Om elever vistas i lokalerna är de oftast tillsammans med en lärare eller i en korridor med god uppsikt över utrymningsvägarna.

3.1.2 Scenario 2, Kapprum/kopiatorrum, Husdel 6

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över hur ofta det brinner i personalutrymme. De står för ett värde på ca fyra procent av tillbuden. Antändningskällor i rummet kan vara diverse teknisk utrustning såsom kopiator, fax och skrivare.

Väggarna består av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet består av teknisk utrustning, rader av personalfack med böcker och papper, garderober med tillhörande ytterkläder, ett fåtal bord och en liten pappersåtervinning. Brandbelastningen anses vara hög.

Automatisk detektion vid brand kräver att brandgaserna sprids till angränsande korridor, Figur 3-4. Rummet har god personnärvaro eftersom avsaknaden av dörrar leder till god insyn.



Figur 3-4 Scenario 2 med angränsande korridor. Branden startar i rum 2

Vid brand kommer detektionen påverkas negativt av den stora takhöjdsskillnaden mellan kapprummet och angränsande utrymmen. Personalutrymmet har anslutning till de bägge mindre korridorerna mot huvudkorridoren och därför kan dessa blockeras samtidigt och försvåra utrymning. Avsaknaden av dörrar mellan de olika rummen leder till att stora volymer binds samman och en brand kan snabbt påverka hela brandcellen.

De flesta rummen har möjlighet till fönsterutrymning vilket minskar risken att bli inestängd. De rum som ligger mellan de bägge mindre korridorerna påverkas ej förrän automatisk detektion av branden sker och berörda människor får då information innan utrymning är försvårad. Personnärvaron i det berörda rummet är låg.

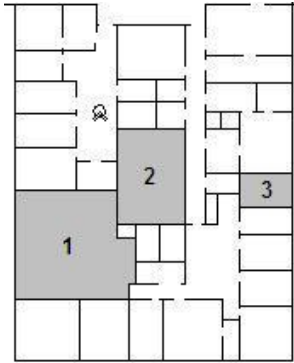
3.1.3 Scenario 3, Kontor, Husdel 6

Kontorsscenariot representerar alla kontor i kanslidelen men placeringen är vald för att ge störst konsekvenser för utrymning.

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över hur ofta det brinner i kontor. Bränderna här står för ett värde på två procent av tillbuden. I rummet finns antändningskällor i form av diverse teknisk utrustning såsom dator och skrivare. Övriga risker i rummet kan vara glömt levande ljus.

Väggarna består av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet består av skrivbord, stol, bokhyllor, böcker, pärmar, dator med tillbehör och diverse annan lös inredning. Brandbelastningen anses vara måttlig.

Automatisk detektion vid brand försvåras då det inte finns någon detektor i rummet. För att brandgaserna ska nå närmaste detektor krävs att de tar sig ut från kontoret korsar den angränsande korridoren in i kapprummet, fyller upp detta (hög takhöjd) och sedan tar sig vidare in i den borte korridoren, Figur 3-5. Personnärvaron i rummet anses vara normal men startar branden när rummet är obemannat kan det ta lång tid innan branden upptäcks.



Figur 3-5 Scenario 3 med kapprum och närliggande korridorer. Branden startar i rum 3

Vid brand kan brandgaserna spridas i hela brandcellen om dörren är öppen eftersom stora volymer binds samman och förekomsten av avgränsande dörrar är begränsad. Om detta skulle ske blockeras vägarna (de mindre korridorerna) till utrymningsväg, men möjlighet till fönsterutrymning återstår. Persontätheten i brandcellen är låg vilket minskar risken för personskador.

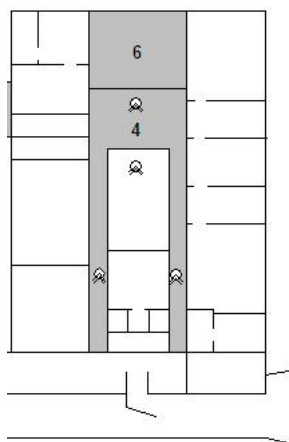
3.1.4 Scenario 4, Uppehållsrum/mindre korridor, Husdel 7

Uppehållsrum/mindre korridor representerar alla de mindre korridorer med tillhörande uppehållsrum för samtliga delar. Detta uppehållsrum är valt med tanke på att det har en högre brandbelastning än övriga uppehållsrum. Eftersom geometrierna är likvärdiga blir brandbelastningen den avgörande faktorn.

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över hur ofta det brinner i trapphus/korridor. Detta motsvarar 14 procent av tillbuden. Relevanta antändningskällor redovisas i statistiken i form av lös inredning 19 procent och lysrör två procent av tillbuden. Anlagd brand står för 42 procent av brandorsakerna. I rummet finns också tändkällor i form av teknisk utrustning som datorer.

Väggarna består av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet består av bord, stolar, datorer, skåp för bokförvaring och pappersåtervinningstunna. Brandbelastningen anses vara måttlig.

Uppehållsrummet har måttligt personnärvaro och mänsklig detektion kan i värsta fall dröja. Däremot är möjligheterna för automatisk detektion vid brand goda då det sitter en detektor i utrymmets tak. De två angränsande mindre korridorerna är också utrustade med detektorer, Figur 3-6.



Figur 3-6 Scenario 4 Uppehållsrum med intilliggande korridorer. Branden startar i rum 4

Vid antändning i pappersåtervinning kan ett snabbt brandförlopp ske som ger möjlighet till ytterligare brandspridning. Takhöjden är högre än angränsande rum vilket förlänger utrymningstiden innan kritiska förhållanden uppstått. Eftersom uppehållsrummet står i direkt anslutning till de mindre korridorerna mot huvudkorridoren blockeras dessa vid brand. Rummen i mittsektionen och rum som vetter mot ljusgård drabbas värst då fönsterutrymning från dessa utrymmen inte är möjlig och är därför beroende av tidig detektion, Figur 3-6. Personnärvaron i uppehållsrummet är vanligtvis låg.

Inom brandcellen begränsas de sammanhängande volymerna av dörrar mellan rummen vilket reducerar brandgasspridningen. Insynen till uppehållsrummet är mycket god.

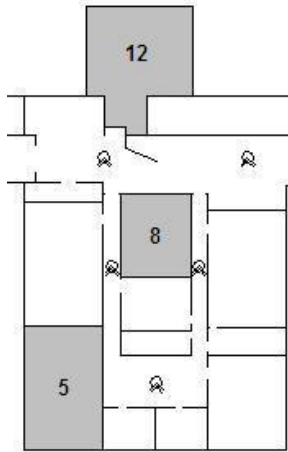
3.1.5 Scenario 5, Datasal, Husdel 2

Detta scenario representerar alla datasalar i objektet.

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över antändningskällor i form av tekniskt fel, som står för nio procent av tillbuden. Här finns även statistik över startföremål där lös inredning har ett värde på 19 procent. I rummet finns tändkällor i form av teknisk utrustning som overhead, skrivare, fax och datorer.

Väggarna består av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet består av bord, vadderade stolar, skåp, gardiner, stora mängder löst papper och ovan nämnd teknisk utrustning (stora mängder plast). Brandbelastningen anses vara hög.

Automatisk detektion vid brand blir något fördröjd då ingen detektor finns placerad i rummet, utan endast i korridoren utanför, Figur 3-7. Personnärvaron ses som normal med det undantaget att insynen är begränsad till fönstren då ej undervisning bedrivs. Detta kan leda till fördröjd mänsklig detektion. Skulle brand och brandgaser sprida sig ut till angränsande korridor är personerna belägna i mittenrummen beroende av tidig detektion för säker utrymning.



Figur 3-7 Scenario 5 Datasal med mindre korridorer utanför. Branden startar i rum 5.

Vid antändning i den stora mängd tekniska utrustningen som finns kan en brand leda till kraftig rökutveckling som försvårar utrymning och kan vara extra skadlig om individer utsätts för den. Om blockering av utrymning genom mindre korridor sker är möjligheterna för fönsterutrymning begränsad i hela husdelen. Den är helt beroende på att ansvarig lärare låser upp gallret till fönstret avsett för utrymning. Fönsterutrymningen är även försvårad då buskar och träd är belägna direkt utanför. När lektion bedrivs i datasalarna kan det bli väldigt trångt och rörigt vilket kan försvåra utrymning.

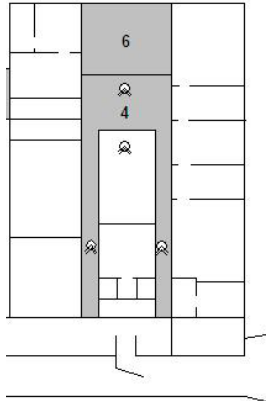
3.1.6 Scenario 6, Kemisal, Husdel 7

Detta scenario representerar alla specialklassrum samt de för teoretisk undervisning i alla delar p.g.a. av högre brandbelastning och risk för snabbare brandspridning i detta scenario. Sannolikheten att brand uppstår här är även större än för övriga klassrum då en större mängd antändningskällor finns.

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över hur ofta brandorsaken innefattar brandfarlig gas eller brandfarlig vätska. Den brandfarliga gasen är orsak till brand i en halv procent av fallen och vätskan två procent. Detta i sig är en liten andel men bör ändå beaktas då det finns risk för ett snabbt brandförlopp.

Väggarna består av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet består av bänkar och stolar i trä, träskåp med böcker och diverse plastföremål. Kemisalen har måttlig brandbelastning.

I rummet finns inga detektorer. Däremot finns det en placerad i uppehållsrummet utanför, Figur 3-8, som snabbt kan detektera brand förutsatt att dörren från salen ut till detektorn är öppen. Personnärvaron ses som normal med det undantaget att insynen är begränsad till ytterfönstren då undervisning ej bedrivs. Detta kan föranleda fördröjd tid till mänsklig detektion av branden.



Figur 3-8 Scenario 6 Kemisal med uppehållsrum och korridor. Branden startar i rum 6.

En brand i kemisalen skulle kunna blockera uppehållsrum och de mindre korridorerna i husdelen och fönsterutrymning blir enda alternativet för salar med möjlighet till detta. Rummen i mitten och de som vetter mot ljusgården är därför beroende av tidig detektion. Vid eventuell brand i detta rum måste man också beakta de gasflaskor som finns förvarade. Gasflaskorna utgör störst hot för räddningstjänsten och mindre för människorna i skolan.

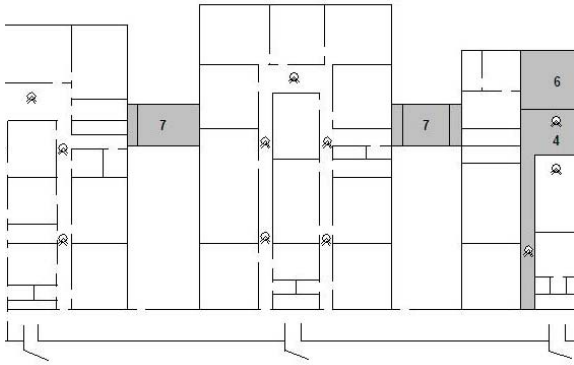
3.1.7 Scenario 7, Passage (kontor), Husdel 5-7

Detta scenario representerar arbetsrummen i bägge passagerna då båda anses vara likvärdiga.

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över hur ofta det brinner i kontor. Där kan man läsa att branden startar i kontor i två procent av fallen. Antändningskällor i passagen utgörs av diverse teknisk utrustning som dator och fax. I ett rum som detta kan man också tänka sig att levande ljus kan förekomma.

Väggarna består av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvet är en plastmatta. Inredningen i rummet består av skrivbord, stolar och bokhyllor av trä. Brandbelastningen är hög i passagen p.g.a. den stora mängd böcker och pärmar som förvaras där.

I passagen finns ingen automatisk detektion vid brand. Närmaste automatiska detektor sitter i de mindre korridorerna som finns i husdelarna som passagen gränsar till, Figur 3-9. Detta i sin tur gör att en eventuell brand kan fortgå en längre tid utan att den upptäcks. Kritiska förhållanden kan uppstå snabbt om dörren till passagen öppnas efter det att branden fått tillväxa. Personnärvaron i rummet anses vara låg då rummet kan vara utan uppsyn under delar utav dagen vilket skulle kunna försena detektion.



Figur 3-9 Scenario 7 Passagerna mellan de olika husdelarna. Branden startar i rum 7.

Passagen gränsar till två brandceller vilket kan få konsekvensen att brand och brandgaser kan spridas till stora områden och drabba en stor mängd människor. Utrymningen kan också försvåras då många utrymningsvägar kan blockeras av brandgaser i de två intilliggande husdelarna.

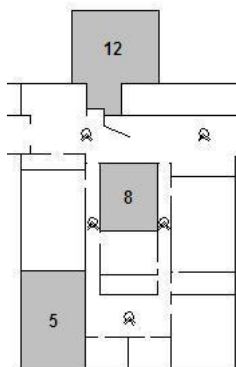
3.1.8 Scenario 8, Arbetsrum/Personalrum, Husdel 2

Detta scenario representerar alla personalrum som är placerade mellan de mindre korridorerna i husdelarna.

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik som visar att branden börjar i personalrum i fyra procent av fallen. Eftersom det i rummet fanns utrustning så som kaffekokare och kyl/frys är det relevant att också ta med statistik över teknisk utrustning. I 19 procent av fallen är lös inredning startföremål. I ett rum som detta kan man också tänka sig att levande ljus kan förekomma.

Väggarna består av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet består av bord, vadderade stolar, böcker, pärmar, skåp och gardiner. Brandbelastningen i utrymmet är hög.

I rummet finns inga automatiska detektorer placerade. Däremot finns det detektorer i de mindre korridorerna som avgränsar rummet på båda sidor, Figur 3-10. Rummet kan vara utan uppsyn under delar utav dagen vilket skulle kunna försena detektion. Personnärvaron anses vara låg. Rummet har högt till tak vilket förlänger automatisk detektion i angränsande rum eftersom det tar längre tid innan brandgaser letar sig ut till detektorn.



Figur 3-10 Scenario 8 Arbetsrum/Personalrum beläget mellan de mindre korridorerna. Branden startar i rum 8.

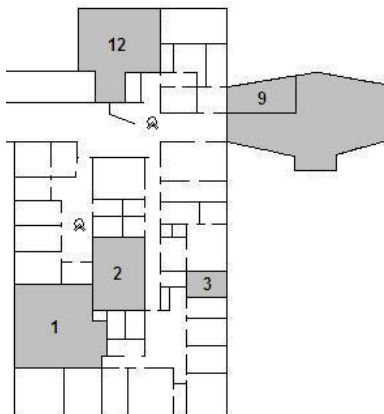
En brand i personalrummet skulle kunna medföra att de bägge mindre korridorerna som utnyttjas för utrymning till annan brandcell blockeras av brandgaser. Fönsterutrymning skulle bli enda alternativet för salar med möjlighet till detta. De rum som inte har möjlighet till fönsterutrymning (rum i mitten) skulle därmed ha svårt att genomföra en utrymning utan att utsättas för kritiska förhållanden. Om brand tvingar människor till fönsterutrymning i denna huskropp kan problem uppstå eftersom stora buskage finns utanför fönstren. I en del av rummen (datasalarna) finns också låsta galler i fönstren som ska öppnas utav läraren innan undervisningen påbörjas. Detta kan vara en osäkerhetsfaktor.

3.1.9 Scenario 9, Huvudkorridor/cafeteria

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över startföremål för brand i skola. Lös inredning står för 19 procent av fallen, spis för fyra procent och lysrör för två procent. När det gäller brandens startutrymme står kök för sex procent av tillbuden och trapphus/korridor för 14 procent. I cafeterian används övrig teknisk utrustning såsom kyl, frys, och kaffekokare under större delen av dagen och bidrar till ökad risk för brand.

Väggarna består blandat av betong, tegel och målad väv på dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket är av obrännbart material (akustikplattor) och golvet av stenplattor. Inredningen i cafeterian består utöver den tekniska utrustningen av stolar, bord, några konstfigurer och gardiner. I huvudkorridoren finns elevskåp, bänkar, bord, målningar, plastväxter och en mindre pappersåtervinningsstation. Brandbelastningen anses vara låg i huvudkorridoren och normal i cafeterian.

Korridoren har en hög personnärvaro och mänsklig detektion kommer troligtvis att ske tidigt. Möjligheterna för automatisk detektion är också mycket goda då detektorer är placerade med jämna mellanrum utefter korridoren. Dock kan den stora takhöjden 5m påverka detektionstiden negativt om branden är så svag att brandgaserna hinner kylas innan de når upp till detektorn. Rummet som scenariot avser förtydligas i Figur 3-11.



Figur 3-11 Scenario 9 Huvudkorridor/cafeteria. Branden startar i rum 9.

För att förhindra brandgasspridning i hela korridoren är automatiska dörrstängare placerade i brandcellsgränserna. Två av dessa var fastkilade vid tillfället för studiebesöket vilket sätter dem ur funktion, och ökar risken för brandgasspridning. Antalet utrymningsvägar från korridoren är stort. I angränsningarna till övriga husdelar finns automatiska dörrstängare som är kopplade till separata detektorer. Dörrarna ska stängas då detektorn larmar.

3.1.10 Scenario 10, Bibliotek, Husdel 4

I statistik, Appendix 1, från Räddningsverket går det att finna andelen bränder som startar i lös inredning. Denna uppgår till 19 procent av fallen. I ett utrymme som detta är en anlagd brand inte att bortse från och statistik visar att 42 procent av bränder i skola orsakas av anlagd brand med uppsåt. Utöver denna information går det att hitta statistik över startföremål för teknisk utrustning (kopiator, fax och dator) som kan finnas placerade i rummet.

Väggarna antas bestå av målad väv, dubbla gipsskivor, isolering och stålreglar. Taket består av obrännbart material och golvbeläggningen är en plastmatta. Inredningen i rummet antas bestå av en stor mängd böcker, bokhyllor, bord, stolar och datorer. Detta sammantaget bidrar till en hög brandbelastning.

Rummet har en hög personnärvaro. Detta gör att en eventuell brand kan upptäckas tidigt. Förutom elever som utnyttjar biblioteket finns det troligtvis även personal som har uppsyn över utrymmet vilket också bidrar till att en brand fort detekteras. Personalen utgörs av bibliotekarier och vistas därför hela tiden i rummet utan att lämna det utan uppsyn under en längre tid.

En brand i biblioteket kan ge snabb brandspridning i stora delar av brandcellen. Detta beror på att stora avdelningar i rummet är anknutna till varandra genom stora öppningar. Den stora brandbelastningen inverkar också till ett snabbt brandförlopp.

3.1.11 Scenario 11, Undertak, Alla berörda husdelar

Trots att det inte finns tillgänglig statistik på detta scenario redovisas dock brand i undertak som ett möjligt brandscenario. Den huvudsakliga tändkällan anses vara kabelbrand.

Mänsklig detektion är väldigt svår då undertaket förhindrar insyn och att brandgaser sprids ner under taket. Inte heller möjligheterna för automatisk detektion är stora då detektorerna är belägna nedanför undertaket. Undertaket har mycket låg brandbelastning.

Då detektionen blir fördröjd kommer branden att ha möjlighet att sprida sig längs undertaket. Följderna kan bli att utrymmet fylls med brandgaser.

3.1.12 Scenario 12, Ventilationsrum, Husdel 2, 4, 6

Från räddningsverket, Appendix 1, finns statistik över start i luftbehandlingsutrymme som visar på två procent. Skulle en brand uppstå här skulle den få fortlöpa ostört under mycket lång tid då det inte finns detektorer placerade här och personnärvaron är mycket låg. Ventilationsrummet utgör en egen brandcell och är försedd med dörrstängare. Det finns inget luftintag i själva ventilationsrummet vilket hindrar brandgasspridning via ventilationstrummorna.

3.2 Scenarioval sammanställning

De redovisade brandscenarierna kan på många sätt motsvaras av varandra. För att begränsa arbetsmängden och samtidigt inkludera alla scenarier grupperas de efter liknande förutsättningar. Det scenariet inom gruppen med störst konsekvens och sannolikhet väljs ut för simulering. De slutgiltiga scenarierna har valts ut efter hänsynstagande till följande aspekter.

Statistik:	Hur ofta sker en brand i det utrymmet och i de föremål som scenariot avser.
Brandbelastning:	Vad finns det för bränsle i rummet och i vilken mängd samt var bränslet är placerat.
Brandgasspridning:	Hur snabbt är det troligt att en eventuell brand utvecklas i de olika scenarierna och hur kommer brandgasspridningen att ske.
Detektion:	Hur lång tid tar det tills branden upptäcks av automatiska detektorer eller av människor som befinner sig i närheten.
Personnärvaro:	Finns det mycket människor i den del av byggnaden som scenariot avser.
Utrymning:	Vad är möjligheterna till utrymning. Finns det risk att utrymningsvägar blockas av branden, kommer andra problem att stötas på vid utrymning genom fönster och buskage.

Utgångspunkten av scenariovalet har varit personsäkerheten och tyngdpunkten har ej lagts på att utvärdera effekterna av branden på objektet. Spridning mellan brandceller och åtgärder för att förhindra detta är desamma för alla brandceller och inte specifika för varje brandscenario. Därför har denna aspekt inte påverkat valet av brandscenarier och diskuteras istället i delen, Slutsatser och åtgärdsförslag, senare i arbetet. För att täcka in alla tänkbara scenarier görs vissa variationer i effektutveckling, persontäthet och geometrier vid simuleringarna. På så sätt blir simuleringarna representativa för alla scenarier inom gruppen.

	Statistik	Brand-belastning	Brand-gasspridning	Detektion	Personnärvaro	Utrymning
Scenario 1	Kök 6%, Personalrum 4%, Teknisk utrustning Levande ljus	Normal	Stora sammanhängande volymer	Försvårad automatisk detektion	Hög	Försvårad korridorutrymning, inga avskiljande dörrar, Fönsterutrymning
Scenario 2	Personalutrymme 4% Teknisk utrustning	Hög	Stora sammanhängande volymer	Försvårad automatisk detektion	Låg	Försvårad korridorutrymning, inga avskiljande dörrar, Fönsterutrymning
Scenario 3	Kontor 2% Teknisk utrustning Levande ljus	Måttlig	Stora sammanhängande volymer vid öppen dörr	Försvårad automatisk detektion	Normal	Försvårad korridorutrymning, inga avskiljande dörrar, Fönsterutrymning
Scenario 4	Trapphus/korridor 14% Anlagd brand 42% Lös inredning 19% Lysrör 2% Teknisk utrustning	Måttlig	Stora sammanhängande volymer	Kort tid till automatisk detektion	Låg	Korridorutrymning försvåras, fönsterutrymning
Scenario 5	Tekniskt fel 9% Lös inredning 19% Teknisk utrustning	Hög	Måttlig	Fördröjd automatisk detektion	Normal	Korridorutrymning försvåras, svår fönsterutrymning
Scenario 6	Brandfarlig gas 0,5% Brandfarlig vätska 2%	Måttlig	Måttlig	Fördröjd automatisk detektion	Normal	Korridorutrymning försvåras, fönsterutrymning
Scenario 7	Kontor 2% Teknisk utrustning Levande ljus	Hög	Stor risk för brandgasspridning mellan två brandceller	Fördröjd automatisk detektion	Låg	Korridorutrymning försvåras i två brandceller, fönsterutrymning
Scenario 8	Personalutrymme 4% Lös inredning 19% Teknisk utrustning Levande ljus	Hög	Stor risk för brandgasspridning inom brandcellen	Fördröjd automatisk detektion	Låg	Korridorutrymning försvåras, fönsterutrymning
Scenario 9	Kök 6% Trapphus/korridor 14% Lös inredning 19% Teknisk utrustning	Normal i cafeteria, låg i korridor.	Stor risk för brandgasspridning	Kort tid till automatisk detektion	Varierande, mestadels hög	Goda utrymningsmöjlighet er
Scenario 10	Anlagd brand 42% Lös inredning 19% Teknisk utrustning	Hög	Stor risk för brandgasspridning	God mänsklig detektion	Hög	Goda utrymningsmöjlighet er
Scenario 11	Ingen statistik att tillgå	Låg	Stor risk för brandgasspridning	Försvårad automatisk detektion	Låg	-
Scenario 12	Luftbehandlingsutry mme 2%	Låg	Låg	Försvårad automatisk detektion	Mycket låg	Påverkar ej utrymning

Tabell 3-1 Sammanställning av brandscenarierna

3.3 Slutgiltigt scenarioval

Som första brandscenario valdes brand i datasal husdel 2, scenario 5. Detta scenario kan representera scenario 3, 6 och 10 då förutsättningarna mestadels är de samma eller sämre för detta scenario. Rummets stora bränslemängd med mycket teknisk utrustning gör att brandbelastningen överskrider alla övriga scenarier undantaget biblioteket. Biblioteket anses ha en snabbare detektion vilket inte talar för val av detta scenario. Vad som gör datasalen unik är den komplicerade utrymningen om de mindre korridoren blockeras. Detektionstiden i de två övriga scenarierna är likvärdiga datasalens. Det faktum att det stundtals kan bli trångt i datasalarna var en avgörande faktor, som inte antas vara värre i något av de övriga scenarierna. Vad gäller brandgasspridningen är den likvärdig i alla scenarier.

Som andra brandscenario valdes brand i arbetsrum/personalrum husdel 2, scenario 8. Detta scenario kan representera scenario 1, 2, 4 och 7 då, som tidigare, förutsättningarna är ungefär desamma eller sämre. Rummets stora bränslemängd med mycket lös inredning är inte unik, men är minst likvärdig övriga scenarier. Antändningskällorna i personalrummet är tydligare än för övriga representerade scenarier och detektionen är i alla scenarier försvårad. Risken för brandgasspridning är större i scenario 1 och 2, men här är också utrymningsmöjligheterna bättre än i scenario 8 där brandgasspridning försvårar korridorsutrymning för rum som inte har direkt möjlighet till fönsterutrymning (rum i mitten av brandcellen). Persontätheten varierar för att representera alla scenarier.

Som tredje och sista brandscenario valdes brand i korridor/cafeteria, scenario 9. Korridoren valdes främst på grund av dess viktiga roll vid utrymning, då den sammanbinder alla brandceller och blir en knutpunkt vid en eventuell utrymning. Inget annat scenario representeras av detta då geometrin och utformningen skiljer sig avsevärt från övriga utrymmen.

Scenario 11 tog vi inte med i vårt slutgiltiga scenarioval då sannolikheten för brand och mängden bränsle är liten. Inte heller scenario 12 valdes då konsekvenserna för utrymning är små.

4 VAL AV EFFEKTKURVOR

För att konstruera de slutgiltiga effektkurvor samlades information från oberoende källor. Olika försök, studier och effektutvecklingskurvor, som kunde tänkas motsvara scenarierna, studerades. Genom att sedan väga in förutsättningar, giltighet m.m. konstruerades passande t^2 -kurvor för de valda scenarierna. Nedan listas vilken information som hämtats från olika källor. Varje stycke avslutas med en beskrivning av de slutgiltiga effektutvecklingskurvorna.

4.1 Scenario 5 och 8. Datasal och Arbetsrum/Personalrum

Datasalen och arbetsrummet/personalrummet innehåller bänkar och bokhyllor i trä. Utöver detta finns stolar och löst material som t ex datorer och lösa pärmar och papper. Eftersom personalrum/arbetsrum och datasal har väldigt lika förutsättningar gällande antändningskällor och tillväxthastighet behandlas de här tillsammans. Olika ventilationsförhållanden ger dock olika maximala effektutvecklingar. Detta ger något annorlunda kurvor i slutskedet.

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

NIST har utfört en rad experiment med relevans för detta scenario. De mest relevanta var:

1. Two panel workstation innehållandes bl.a. dator, skrivbord, vadderad stol och en papperskorg. Papperskorgen är även brandens startkälla. Vid detta försök hamnade den maximala effekten på 1,8 MW, och tillväxtkurvan motsvarade en medium t^2 -kurva. De två panelerna är placerade i vinkel till varandra runt arbetsytan.

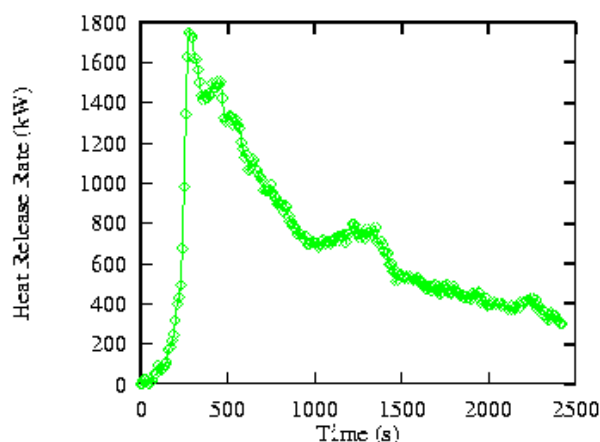


Diagram 4-1 Effektutvecklings kurva för Two panel workstation från NIST

2. Three panel workstation innehållande bland annat dator, skrivbord, vadderad stol och en papperskorg. Skillnaden mellan dessa två försök är att ytterligare en panel placerats på en av sidorna så att panelerna bildar ett U. Vid detta försök hamnade den maximala effekten på 7,0 MW, och tillväxtkurvan motsvarade en medium t^2 -kurva till att börja med.

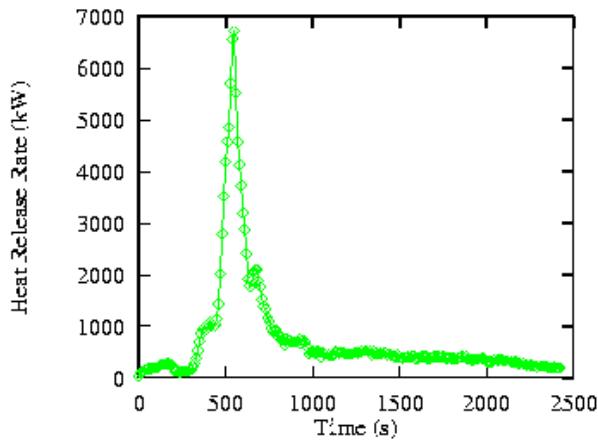


Diagram 4-2 Kurva för Three panel workstation från NIST

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

NFSC ger förslag på tillväxthastigheter och maximala effekter i olika byggnader och utrymmen. Datasalar är inte omnämnda men det finns däremot värden för kontor. Detta kan representera vår datasal. Tillväxthastigheten föreslås här följa medium t^2 -kurva, och den maximala effekten når 250 kW/m².

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

EFD ger förslag på tillväxthastigheter enligt en fast t^2 -kurva för kontor.

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

Initial fires har i ett försök mätt effektkurvan för ett kontor. Kontoret består i huvudsak av ett skrivbord och en bokhylla, båda fyllda med ca 50 kg papper. Försöket utfördes i en rumskalorimeter. Resultaten gav en maximal effektutveckling på 2 MW och tillväxte enligt diagram nedan.

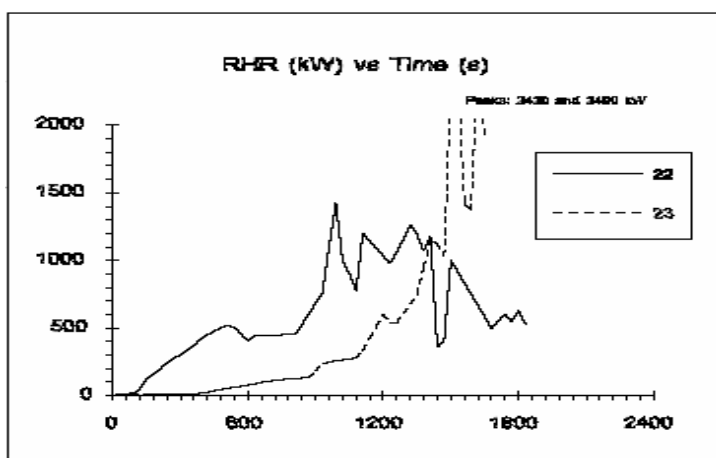


Diagram 4-3 Effektutvecklingskurva från Initial fires för ett kontor med en tillväxthastighet som är långsammare än slow t^2 -kurva

4.1.1 Slutgiltiga effektkurvor, Datasal, Arbetsrum/personalrum

NIST (2002) experimentellt framtagna tillväxthastigheter motsvarade kurvor mellan medium och fast. Jämförs deras uppställning med datasalen och personalrummet/arbetsrummet i skolan ligger den stora skillnaden i panelerna som omsluter arbetsplatsen. Runt arbetsplatserna i skolan finns inga paneler. I NIST:s försök bidrar panelerna till en högre återstrålning och därmed snabbare tillväxthastighet och därför bör en långsammare hastighet väljas.

Enligt NFSC, Schleich, J.B (2001), bör t^2 -kurvan väljas till medium och enligt EFD, Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002), till fast. Problemet med dessa värden är att ingen information ges om bakgrunden. Det finns t ex inte någon information över hur kontoret är uppbyggt eller vilka material som ingår.

Från Initial Fires, Särndqvist, S (1993), fås en tillväxthastighet som är långsammare än slow t^2 -kurva. Detta kan förklaras med att det dröjer innan det tätt packade pappret involveras i branden.

Sammanvägs alla faktorer blir NIST:s värden mer relevanta än värdena från NFSC och EFD vad det gäller tillväxthastigheten. Den slutgiltiga tillväxthastigheten sätts till medium för datasalen och mellan fast och medium för personal/arbetsrum. Detta eftersom mängden bränsle som snabbt involveras i branden är större och mer staplad på höjden likt NIST:s försök.

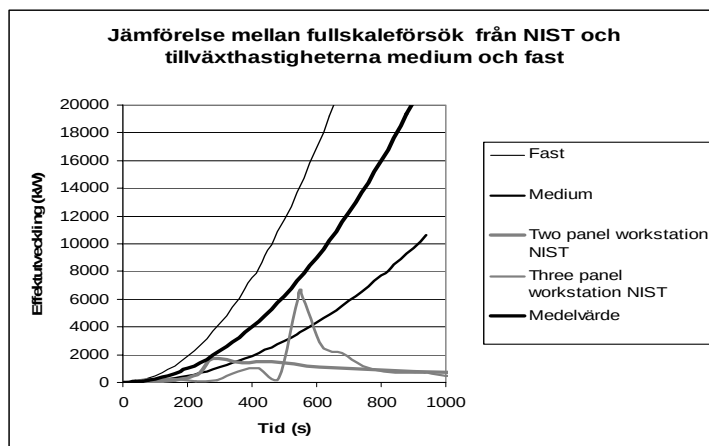


Diagram 4-4 NIST:s försök jämfört med fast och medium tillväxthastighet

Vid NIST:s försök (Two-Three panel workstation) anges inga mått vilket leder till att det är svårt att överföra deras uppmätta maximal effekt till scenarierna. Då bränslemängden för varje arbetsplats är mycket större i NIST:s försök är det ej relevant att göra en överslagsräkning då resultatet hamnar betydligt över det egentliga värdet. Vid Initial Fires försök blev den maximala effektutvecklingen ca 2 MW. Detta värde är svårt att överföra då det inte framgår hur många sådana kontor som motsvarar scenarierna. Vad som går att få ut ur detta värde är att en lägsta effektutveckling bör ligga över 2 MW så länge branden inte är ventilationskontrollerad. NFSC föreslår ett värde på 250 kW/m^2 för kontor och icke ventilationskontrollerade bränder. Detta skulle motsvara en effektutveckling i datasalen på 19,5 MW och 10,8 MW för personal/arbetsrum. Som tidigare är detta värde på 250 kW/m^2 förknippat med osäkerhet då ingen information ges om dess bakgrund. Dock kan dessa värden användas som riktlinjer.

Då ventilationen för de bägge scenarierna kommer att bli begränsande används detta kriterium för den maximala effektutvecklingen. Detta med tanke på den stora mängd bränsle som finns i förhållande till ventilation. Med hjälp av beräkningar, Appendix 2, över hur stor effektutveckling som kan uppnås då branden blir ventilationskontrollerad fås följande värden beroende på hur många fönster som går sönder p.g.a. brandens värmeutveckling.

För varje scenario bestämdes maximala effekter beroende på hur mycket av fönstren som går sönder. Då det är svårt att avgöra mängden som kommer att gå sönder antogs tre olika värden 50, 80 och 100 procent. Dessa värden gäller för en ventilationskontrollerad brand som nått ett stabilt tillstånd. Den bränslekontrollerade effektutvecklingen bygger på rummens areor och föreslagna värden från, Schleich, J.B (2001). Effektutvecklingen för övertändning bygger på eq 6.20 i Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002).

	Scenario 8 (Personalrum/Arbetsrum)			Scenario 5 (Datasal)		
	50%	80%	100%	50%	80%	100%
Effektutveckling ventilationskontrollerat (kW)	1150	1840	2300	4250	6800	8500
Effektutveckling bränslekontrollerat (kW)	10800	10800	10800	19500	19500	19500
Effektutveckling för övertändning 5 min (kW)	1570	1980	2210	3310	4170	4650

Tabell 4-1 Sammanställning av handberäkningar för ventilations och bränslekontrollerad maximal effektutveckling

De slutgiltiga effektutvecklingskurvorna med tillväxthastighet och maximal effekt blir då enligt nedan.

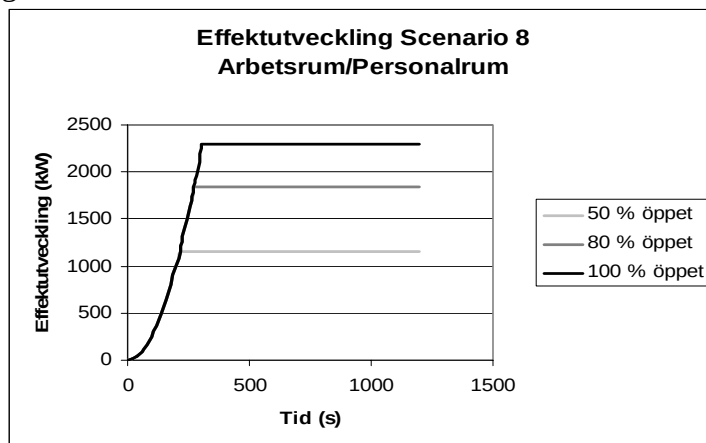


Diagram 4-5 Slutgiltiga effektutvecklingskurvor för scenario 8 Arbetsrum/Personalrum och olika ventilationsförhållanden.

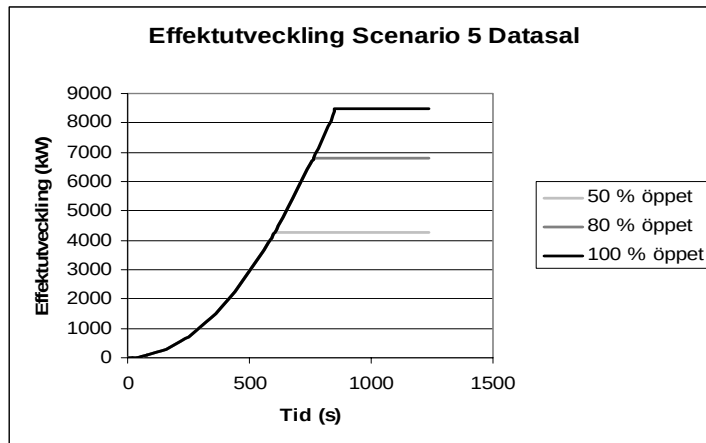


Diagram 4-6 Slutgiltiga effektutvecklingskurvor för scenario 5 Datasal och olika ventilationer

Viktigt att betona är att de ventilationskontrollerade effektutvecklingarna inte sätts som begränsande värden vid CFAST simuleringarna. Detta eftersom högre effekter kommer nås innan syret blir kontrollerande. Däremot kan de bränslekontrollerade värdena ses som en maxgräns och utnyttjas som en jämförelse vid simuleringarna i CFAST då brandens effektutveckling har stabiliserats.

4.2 Scenario 9 Cafeteria

I cafeteria säljs diverse livsmedel så som läsk, mackor och godis. Inredningen består till största del av trä och metall, och mycket plaster finns förvarade här, Figur 4-1. Den totala arean för cafeteria är ca 21 m².



Figur 4-1 Cafeteria

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

Ett försök på en 1,5 m * 1,5 m * 2 m brännbar kiosk utfördes. Detta gav en maximal effekt på 1,8 MW och omräknad till effektutveckling per kvadratmeter blir den maximala effektutvecklingen 0,8 MW/m². Tillväxthastigheten följer ungefär en medium t²-kurva.

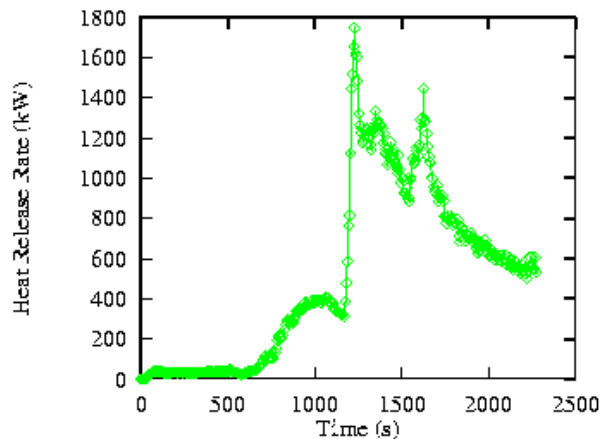


Diagram 4-7 Effektutvecklingskurvan från NIST:s försök med en 1.5*1.5*2 m kiosk

- **Performance-based design, Seattle Transportation Center – 2004, Aaby, M., et.al (2004)**

Inför 5th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods 6-8 oktober 2004 i Luxemburg hade några olika grupper fått i uppgift att genomföra en case studie med samma förutsättningar. Information har hämtats från det amerikanska förslaget på lösningar och deras källhänvisning återges också.

Case studien bygger dels på EFD, Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002), med träpallar staplade 1,5 m högt, med en fast t²-kurva som följd och en effektutveckling på 4 MW/m², dels på NIST:s försök som redovisades i tidigare stycke.

Deras kiosk mätte 3m*3m*2m och utgick från att branden involverade mycket plastbaserade varor. Den valda effektkurvan tillväxte enligt en fast t²-kurva, med en maximal effekt på 6 MW och en effektutveckling på 0.67 MW/m². Denna studie blir intressant i jämförelse med skolans kioskscenario då de ingående materialen i de båda kioskerna är likvärdiga.

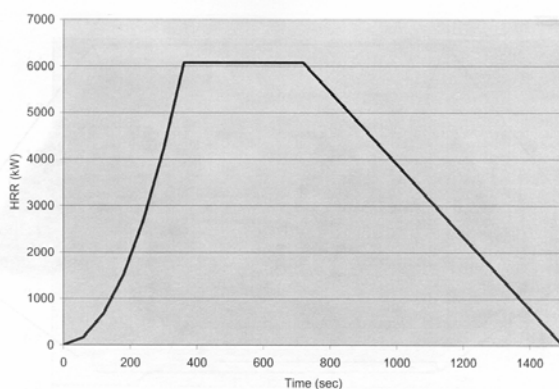


Figure G1. Kiosk Fire: Initial Fire Growth Curve (without sprinkler activation)

Diagram 4-8 Effektutvecklingskurvan enligt den amerikanska case studie som gjordes inför 5th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods 6-8 oktober 2004 i Luxemburg

- **The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Society of Fire Protection Engineering (2002)**

Försök i SFPE har gjorts för staplar av träpallar 1,22*1,22*1,22 m stora (figur 3-1.41, SFPE) och en tillväxthastighet motsvarande en medium t^2 -kurva fås fram.

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

På sidan 22 i sammanfattningen från Natural Fire Safety Concept finns riktlinjer när det gäller val av t^2 kurvor. Shops (motsvarande fulla brevsäckar, plastskum, staplade träpallar) klassas här med en fast tillväxtkurva. För en bränslekontrollerad brand finns här även ett riktmått på maximala effektutvecklingen i byggnader som används till handel, på 500 kW/m².

4.2.1 Slutgiltig effektkurva Cafeteria

Tillväxthastigheterna i materialet ovan har antingen legat på medium eller fast. Då skolans kiosk till geometri och innehåll mest påminner om den amerikanska Case Studien väljs en tillväxthastighet likt dem, utifrån värden från EFD, Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002), till fast. Anledningen till att inte en medium tillväxthastighet enligt NIST väljs är att deras försöksupställning är liten i förhållande till cafeterian och med mindre ingående material.

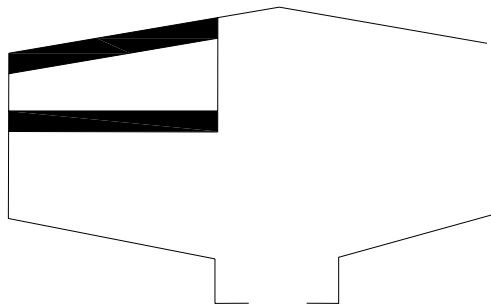
Enligt NIST:s försök med en effektutveckling på 0,8 MW/m² fås en maximal effektutveckling på 16,6 MW för den givna arean. Detta är ej rimligt då kiosken inte innehåller alls lika mycket material i förhållande till sin volym. En lägre effektutveckling är därför mer rimlig.

Följs den amerikanska case studien med en effektutveckling på 0,67 kW/m² blir den maximala effektutvecklingen 13,8 MW. Då detta värde delvis bygger på försök från NIST, bör en lägre effektutveckling väljas enligt tidigare resonemang (förhållandet material/volym).

Enligt NFSC skulle den maximala effekten i scenariot hamna på 12,8 MW. Cafeteria har dock högre till tak vilket leder till mindre återstrålning och en långsammare effektutveckling. Då mängden material är begränsad (framförallt är det mindre mängder plast) och det huvudsakliga materialet utgörs av trä är en lägre effektutveckling fortfarande rimlig.

I SFPE och EFD finns värden för effektutvecklings per m² och material som brinner. Använder man dessa och antar material och areor för cafeterian kan en maximal effektutveckling beräknas.

Kioskens material och inredning antas vara samlad till två rader, en fram och en bak med en area av $0,8 \cdot 8 = 6,4 \text{ m}^2$, Figur 4-2. Denna area antas ha ett plastinnehåll motsvarande 38 kg polyretanskum med en effektutveckling på 138 kW/m^2 från SFPE.



Figur 4-2 Materialet i cafeterian samlat i två rader

Kioskens träinnehåll motsvaras av träpallar staplade till en höjd av 1,5 fot med en area motsvarande en av materialraderna. Detta eftersom delar av materialraderna inte utgörs av trä, till exempel diskbänk, kylskåp m.m. Från EFD fås en effektutveckling för trästapeln på 1645 kW/m^2 . Används dessa värden beräknas en maximal effektutveckling till 10,8 MW, Diagram 4-9.

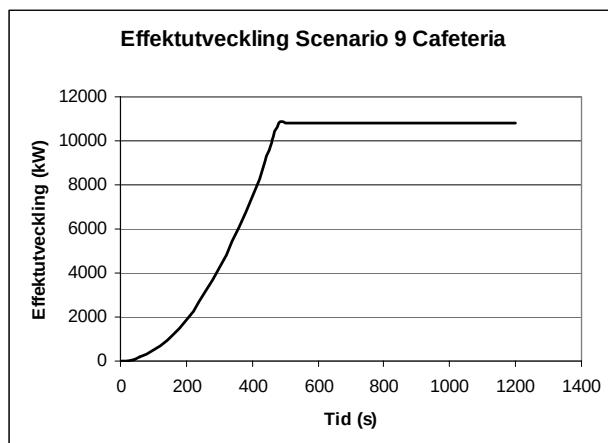


Diagram 4-9 Den slutgiltiga effektutvecklingskurvan för scenario 9. En tillväxthastighet enligt en fast t^2 kurva och med en slutgiltig effektutveckling på 10.8 MW

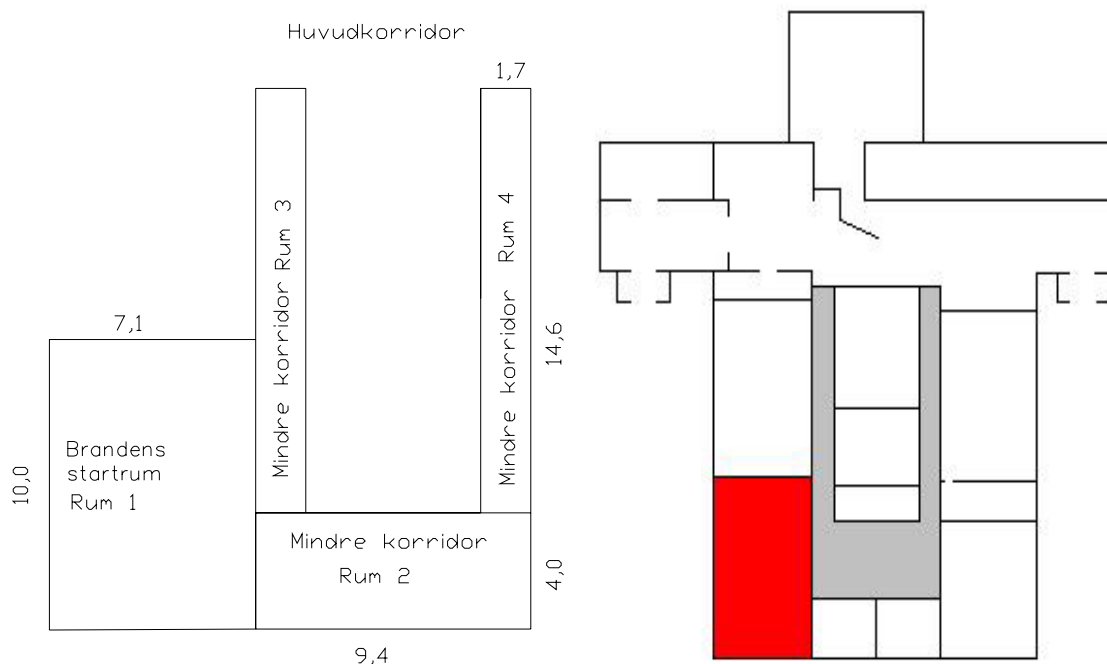
5 BESKRIVNING AV SIMULERINGARNA.

För att komma fram till rätt förutsättningar för den slutgiltiga simuleringen gjordes ett antal försimuleringar för att bestämma när fönstren gick sönder och när dörrar mot huvudkorridoren stängdes. Förutsättningarna och resultatet av de slutgiltiga simuleringarna redovisas nedan.

5.1 Scenario 5 Datasal

Rummen delades upp enligt Figur 5-1.

- Brandrummets höjd är 2,7 meter.
- Fönstren i brandrummet representeras av en 5,6 meter lång och 1 meter hög öppning mot det fria. Denna är placerade 0,9 meter över golvnivå.
- I brandrummet är väggar och tak av gips medan golvet är av betong. Materialdata är tagna från CFAST.
- De mindre korridorernas höjd är 2,2 meter.
- Öppningen mellan brandrummet och den vänstra mindre korridoren (rum 3) utgörs av en dörr med mått 0,9 x 2,1 m.
- Öppningarna mellan huvudkorridoren och de mindre korridorerna utgörs av dörrar med mått 1,1 x 2,1 m. Det finns en dörr i varje korridor.
- Anslutningarna mellan de tre mindre korridorerna utgörs av korridorernas hela tvärsnitt och lämnas alltid öppna.
- I korridorerna utgörs taket av akustikplattor istället för gips i övrigt samma ingående material som brandrummet.



Figur 5-1 Till vänster, schematisk bild av brandrummet och de angränsande rum som tas med i simuleringen. Rummen numrerade efter den numreringen de gavs i CFAST, måtten i meter. Till höger, simulerade rummen i förhållande till husdelen.

Branden får tillväxa utan övre begränsning tills CFAST begränsar den beroende på syretillgång. Effektutvecklingen studeras dock för att säkerställa att värdena inte överstiger den maximala bränslekontrollerade effektutveckling i rummet. Detta värde är 19,5 MW enligt tidigare beräkningar.

Efter en minut öppnas dörren mellan brandrummet och den mindre korridoren, detta för att simulera att man upptäcker branden. För att simulera värsta möjliga scenario antas att dörren lämnas öppen.

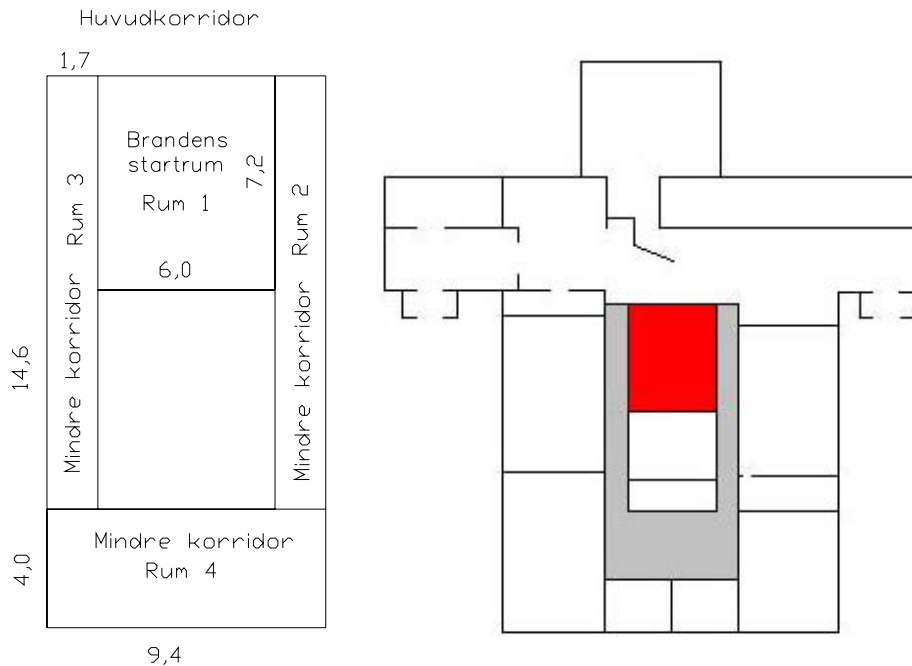
När brandgaser tränger ut i den angränsande mindre korridoren stängs dörrarna mot huvudkorridoren p.g.a. automatiska dörrstängare som aktiveras av rökdetektorer. Detta simuleras genom att dörrar mot det fria stängs i rum 3 och 4 när brandgaslagret börjar sjunka i dessa rum. I rum 3 sker detta efter 70 sekunder och i rum 4 efter 160 sekunder. Brandlarmet aktiveras vid 70 sekunder när brandgaser får tränga ut i korridoren. Detta blir på så sätt ett startvärde för utrymning av lokalerna.

När temperaturen i brandgaslagret överstiger 350°C, Fire Code Reform Centre Project 4, simuleras att fönstren går sönder och faller ur. För att åskådliggöra svårigheten att veta hur mycket av fönstren som trillar ur görs en känslighetsanalys genom att tre olika simuleringar görs där procentsatsen varieras mellan 50, 80 och 100 %. Fönstren går sönder efter 450 sekunder.

5.2 Scenario 8 Arbetsrum/personalrum

Rummen delades upp enligt figur 5.1 och rummens läge i förhållande till resterande objektet framgår av Figur 5-2.

- Brandrummets höjd är 5 meter och de mindre korridorernas höjd är 2,2 meter.
- Fönstren i brandrummet representeras av en 6 meter lång och 0,4 meter hög öppning mot det fria. Dessa är placerade 4,6 meter över golvnivån och går upp mot taket.
- I brandrummet är väggar och tak av gips medan golvet är av betong. Materialdata är tagna från CFAST.
- Öppningen mellan brandrummet och den högra mindre korridoren utgörs av en dörr med mått 0,9 x 2,1 m.
- Öppningarna mellan huvudkorridoren och den mindre korridoren (rum 2) utgörs av dörrar med mått 1,1 x 2,1 m.
- Anslutningarna mellan de tre mindre korridorerna utgörs av korridorernas hela tvärsnitt och lämnas alltid öppna.
- I korridorerna utgörs taket av akustikplattor istället för gips som är takbeklädnad i brandrummet. I övrigt samma förutsättningar.



Figur 5-2 Till vänster, schematisk bild av brandrummet och de angränsande rum som tas med i simuleringen. Rummen numrerade efter den numreringen de gavs i CFAST, måtten i meter. Till höger, simulerade rummen i förhållande till husdelen.

I simuleringen får branden tillväxa utan övre begränsning tills CFAST begränsar den med avseende på syretillgången. Effektutvecklingen studeras dock för att säkerställa att värdena inte överstiger den maximala bränslekontrollerade effektutveckling i rummet. Detta värde är 10,8 MW enligt tidigare beräkningar.

Efter en minut öppnas dörren mellan brandrummet och den mindre korridoren för att simulera att branden upptäcks. För värsta möjliga scenario antas att dörren lämnas öppen.

När brandgaser tränger ut i den angränsande mindre korridoren stängs dörrarna mot huvudkorridoren pga. automatiska dörrstängare som aktiveras av rökdetektorer. Detta simuleras genom att dörrar mot det fria stängs i rum 2 och 3 när brandgaslagret börjar sjunka i dessa rum. I rum 2 sker detta efter 70 sekunder och i rum 3 efter 100 sekunder. Brandlarmet aktiveras vid 70 sekunder när brandgaser får tränga ut i korridoren. Detta blir då ett startvärde för utrymningen av lokalerna.

När temperaturen i brandgaslagret överstiger 350°C, Fire Code Reform Centre Project 4, simuleras att fönstren går sönder och faller ur. För att åskådliggöra svårigheten att bestämma hur mycket av fönstren som trillar ur görs en känslighetsanalys genom att tre simuleringar görs där procentsatsen varieras mellan 50, 80 och 100 %. Fönstren går sönder efter 300 sekunder.

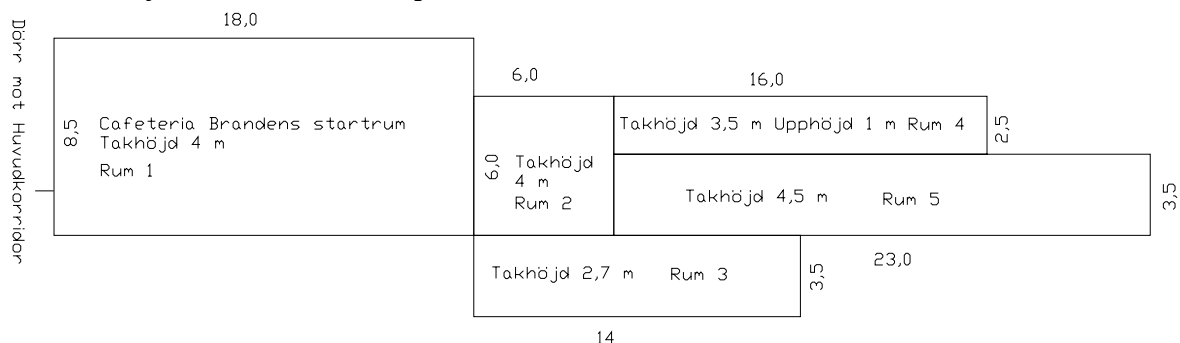
5.3 Scenario 9 Cafeteria

Vid detta scenario fick en rad förenklingar göras vid simulering i CFAST. Detta eftersom rummen inte var rektangulära. Två olika varianter utfördes av simuleringen. Fall 1 när dörren i huvudkorridoren stängde och endast de rum redovisade i Figur 5-3 simulerades, och fall 2 när Figur 5-3 och Figur 5-4 sammankopplades och samtliga rum fick ingå i simuleringen. Detta för att få en uppfattning om hur fort kriterierna för utrymning överskrids i huvudkorridoren om en branddörr inte skulle fungera.

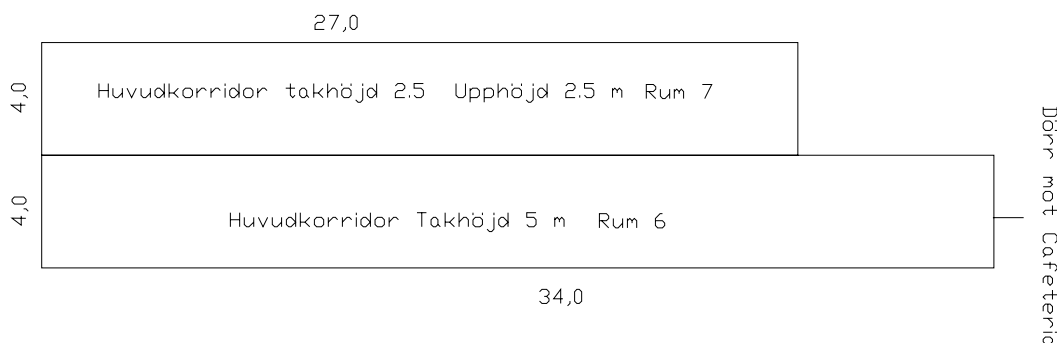
Vid de här simuleringarna måste man ha i åtanke att CFAST är konstruerat för rumsbranden med ett mindre antal rum med liknande bredd och längdförhållanden.

Rummen delades upp enligt Figur 5-3.

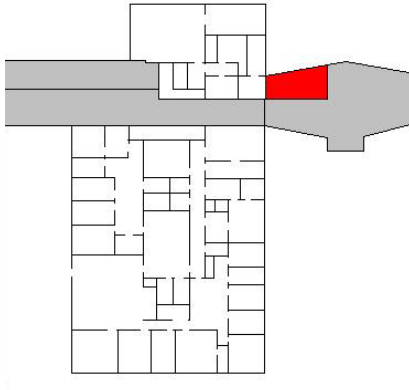
- Brandrummets höjd är 4 meter. Fönstren i brandrummet representeras av en 4 meter lång och 1,7 meter hög öppning mot det fria. Dessa är placerade 1 meter över golvnivån.
- I brandrummet är väggar och tak av gips medan golvet är av betong. Materialdata är tagna från CFAST.
- Mellan brandrummet och rum 2 är det helt öppet. Öppningen mellan brandrummet och huvudkorridoren (rum 6) består av två dörrar med totala bredden 2 meter och höjden 2,1 meter.
- Rum 3 och 5 är nedsänkta en halv meter och rum 4 är upphöjt en halv meter i förhållande till brandrummet.
- Huvudkorridoren (rum 7) är upphöjd 2,5 meter i förhållande till resterande korridor (rum 6).
- I alla utrymmen finns akustikplattor i taket.



Figur 5-3 Schematisk bild av brandrummet och de angränsande rum som tas med i simuleringen. Rummen är numrerade efter den numrering de gavs i CFAST, måtten i meter



Figur 5-4 Bild av huvudkorridoren som kopplas till cafeterian



Figur 5-5 Schematisk bild av brandrummet och de angränsande rum som tas med i simuleringen. Rummen numrerade efter den numreringen de gavs i CFAST, måtten i meter. De simulerade rummen i förhållande till husdelen.

Brandgaserna når snabbt taket och aktiverar brandlarmet som ger en tidig start för utrymning. Enligt tidigare aktiveras dörrstängarna till huvudkorridoren i fall 1 och inte i fall 2.

Efter 1 minut antas rutorna i brandrummet gå sönder p.g.a. den höga strålningen från flammorna. I CFAST får då branden möjlighet att tillväxa fritt utan att begränsas av syretillgången. Detta tills den gått så långt att mängden bränsle begränsar effektutvecklingen.

Spridningen av brandgaser till utrymmen utöver brandrummet, huvudkorridoren och rum 2 utvärderas inte, då dessa ligger utanför det aktuella objektet och inte påverkar utrymningen för de människor som befinner sig i den aktuella delen av byggnaden.

6 RESULTAT FRÅN SIMULERINGARNA I CFAST

CFAST är en tvåzonsmodell som bygger på fullständig skiktning med ett varmt och ett kallt lager, där temperaturen är densamma i hela lagret.

I Appendix 3 finns resultaten från CFAST mer utförligt redovisade. Endast de slutgiltiga resultaten och en kort förklaring av simuleringarna finns nedan.

Benämningen kritiska förhållanden för utrymning grundar sig på BBR, Boverket (2002). Brandgaslagrets höjd får inte understiga $1.6 + (0.1 \cdot H)$ där H är rumshöjden, alla mått anges i meter. Den kortvariga värmestrålningen får inte överstiga 10 kW/m^2 och den totala värmestrålningen får inte överstiga 60 kJ/m^2 utöver energin från en strålning på 1 kW/m^2 . Temperaturen i det undre brandgaslagret får inte överstiga 80°C .

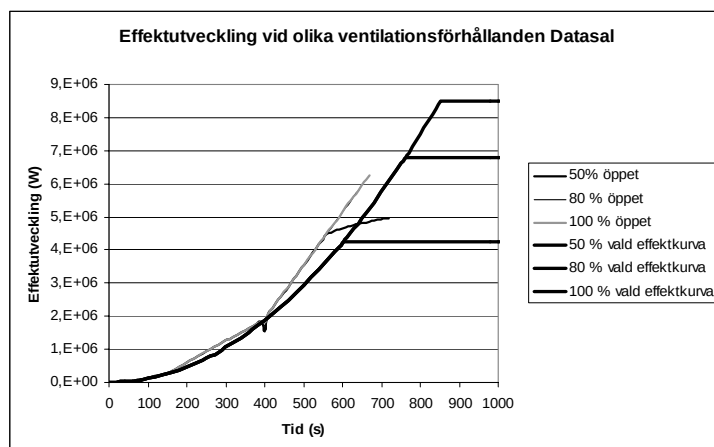
Bränderna antas börja tillväxa direkt och ingen hänsyn tas till en eventuell fördröjning mellan brandens startögonblick och till dess att tillväxten sker enligt en t^2 -kurva. Om hänsyn tas till denna fördröjning ökar sannolikheten för manuell detektion och branden skulle i detta skede vara lätt att släcka. I våra simuleringar har vi utgått från att det är det aktiva systemet som larmar vid brand och ingen hänsyn har tagits till att en brand i ett tidigare skede kan upptäckas av personal eller elever på skolan.

6.1 Scenario 5 Datasal

I Scenario 5 bedöms effektutvecklingen bli ventilationskontrollerad. Den maximala effektutvecklingen beror då på hur mycket utav fönstren som går sönder. Då brandgaslagret uppnått en temperatur på 350°C , antas att fönstren går sönder, Fire Code Reform Centre Project 4. Denna temperatur uppnåddes inte förrän efter det att kritiska förhållanden uppstått (**110 till 180 sekunder**). Att fönstren går sönder inverkar alltså inte på effektutvecklingen under tiden för utrymning, utan påverkar branden då utrymningen redan är avklarad.

I simuleringen i CFAST antas dörren vara stängd under en minut och efter upptäckt lämnas den öppen.

I Figur 2-1 redovisas diagram från simuleringarna där det kan ses att effektutvecklingen inte skiljer sig mellan de olika ventilationsförhållandena förrän långt efter det att kritiska förhållanden har uppnåtts.



Figur 6-1 Effektutveckling datasal

Från diagrammet kan det ses att effektutvecklingskurvan inte följer den handberäknade kurvan utan blir ventilationskontrollerad och mattas av. Vid 80 och 100 procents öppningar når effektutvecklingen inte upp till det föreslagna handberäknade värdet. Övertändning fås innan och simuleringen avbryts.

För simuleringen med 50 procents ventilation blir effektutvecklingen större än det handberäknade värdet. Detta kan förklaras med att handberäkningarna inte tar hänsyn till rummens syreinhåll från början. Hade inte simuleringarna för 80% resp. 100% ventilation gått till övertändning så pass tidigt som de gör, hade förmodligen liknande förhållanden mellan handberäknade och simulerade värden uppstått.

Hade inte simuleringarna avbrutits vid övertändning hade den slutgiltiga effektutvecklingen utvecklats till att endast bero på ventilationen genom fönstren och ett resultat relativt nära de handberäknade värdena hade förmodligen fåtts.

Övertändningen i CFAST sker vid en effekt som ligger över den handberäknade övertändningseffekten. Detta kan förklaras med att handberäkningarna bygger på en övertändning då brandgaslagret har en temperatur på 500°C och i CFAST sker övertändningen då brandgaslagret har en temperatur på knappt 900°C.

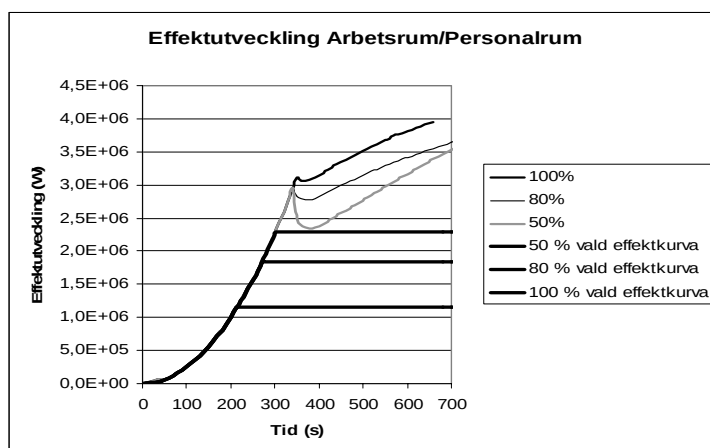
I Appendix 3 finns även diagram som visar att brandgaslagrets höjd inte skiljer sig åt för de olika ventilationsförhållandena förrän efter det att rutorna antagits gå sönder.

Vid brand i datasalen kommer det att ta mellan **110 och 180** sekunder innan det uppstår kritiska förhållanden i de angränsande mindre korridorer p.g.a. att brandgaslagret understiger referenshöjden. Under denna tidsperiod blir den infallande strålningen inte alls betydande och det undre brandgaslagrets temperatur överstiger inte heller det kritiska referensvärdet. Endast brandgaslagrets höjd är därför begränsande. Om larmet antas aktiveras tio sekunder efter det att dörren ut mot korridoren öppnas blir den tillgängliga tiden för utrymning mot huvudkorridoren **40 till 110** sekunder.

6.2 Scenario 8 Arbetsrum/Personalrum

I denna simulering får branden tillväxa enligt definierad kurva och dörren mot de mindre korridorerna antas vara stängd under en minut och lämnas efter det helt öppen. Även i detta fall blir branden ventilationskontrollerad.

Detta försök påminner om scenario 5 och effektutvecklingen hamnar något över det handberäknade värdet, Figur 6-2. En trolig förklaring till detta är som tidigare att de sammanbundna rummens syreinhåll har en betydande effekt på effektutvecklingen. Att effektutvecklingen vid övertändning är högre än den handberäknade övertändningseffekten antas därför ha samma förklaring som för scenario 5.



Figur 6-2 Effektutveckling Arbetsrum Personalrum

Vid brand i arbetsrum/personalrum kommer det att ta mellan **100 och 150** sekunder innan det uppstår kritiska förhållanden i de båda angränsande mindre korridorerna p.g.a. att brandgaslagret understiger referenshöjden. Under denna tidsperiod är den infallande strålningen och det undre lagrets temperatur inte nära gränserna för kritiska förhållanden. Endast brandgaslagrets höjd sätter därför begränsningen. Om larmet antas aktiveras tio sekunder efter det att dörren ut mot korridoren öppnas blir den tillgängliga tiden för utrymning mot huvudkorridoren **30 till 80** sekunder.

Även i detta scenario blir temperaturen i brandgaslagret inte 350°C förrän efter kritiska förhållanden uppnåts och därför har procentsatsen fönster som går sönder ingen inverkan på utrymningen.

6.3 Scenario 9 Cafeteria

För det här scenariot gjordes två simuleringar. Första simuleringen där dörren mot huvudkorridoren stängdes då rökdetektorn aktiverades. Andra simuleringen där dörrstängaren antogs vara ur funktion. Brandgaserna i andra simuleringen gavs därmed möjlighet att spridas inom huvudkorridoren.

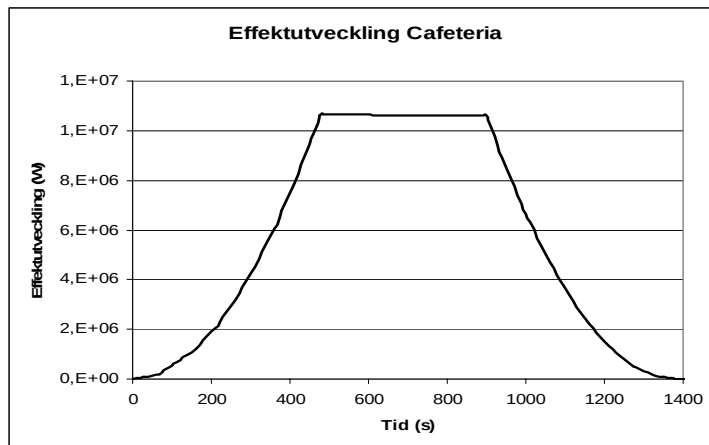
Simuleringarna gjordes trots vissa begränsningar i CFAST beträffande rummets antal och geometrier. Resultaten ger därför endast en fingervisning, framförallt i fallet då dörren till huvudkorridoren är öppen.

Efter en minut gjordes antagandet att den direkta strålningen från branden blir så stark att de rutor som ligger i direkt anslutning till branden går sönder. Detta grundas på en fast tillväxthastighet i 60 sekunder, som ger en effektutveckling på 170 kW. Denna effektutveckling motsvarar brinnande trä med en yta av ca 1 m² och en medelflamhöjd enligt ekvation (4.3), EFD, Karlsson, B. & Quintiere J G. (2002), på 70 cm.

Det är svårt att avgöra om det är tillräckligt för att ta sönder rutorna och i så fall hur mycket som går sönder. Men eftersom den sammanhängande volymen i de angränsande rummen är stor kommer branden ha tid att ytterligare tillväxa obegränsat innan vårt antagande påverkar syrekontrolleringens effekt på branden.

Branden tilläts tillväxa och brinna i 900 sekunder. Sedan avtar den i ytterligare 500 sekunder. Ingen övertändning skedde och branden var hela tiden bränslekontrollerad. Detta p.g.a. de stora volymerna, tillsammans med de ventilerande fönstren, som förhindrar syrekontrollering.

I Figur 6-3 redovisas effektutvecklingskurvan för simuleringarna.



Figur 6-3 Effektutveckling för Cafeterian

I resultaten nedan och i appendix 3 finns endast rum 1, 2 samt huvudkorridoren redovisade. Detta eftersom endast dessa rum rymms inom projektets avgränsning.

Om dörren till huvudkorridoren stänger uppnås kritiska förhållanden i cafeterian efter **180 till 230** sekunder. Det är då brandgaslagrets höjd som sätter begränsningen eftersom den infallande strålningen från övre brandgaslagret och temperaturen i det undre brandgaslagret är långt ifrån de kritiska värdena. Eftersom brandlarmet antas aktiveras snabbt kan **170 till 220** sekunder användas som riktvärde vid utrymning.

Om dörren till huvudkorridoren antas vara öppen nås kritiska förhållanden i cafeterian på ungefär samma tid medan det i huvudkorridoren tar **270 till 350** sekunder. Dessa resultat ska dock användas med försiktighet eftersom CFAST inte bör simulera alltför många rum och inte är konstruerat för de gällande geometrierna. Det bör också nämnas att simuleringen avbröts efter 680 sekunder då CFAST låste sig här, trots upprepade försök.

7 KÄNSLIGHETSANALYS

För att studera hur några av de ingående parametrarna påverkar slutresultatet gjordes en känslighetsanalys.

7.1 Tid till upptäckt

För scenario 8 arbetsrum/personalrum gjordes ytterligare en simulering där tiden till upptäckt sattes till 3 minuter istället för en minut. Detta gav branden lite mer tid att tillväxa och möjliggjorde en snabbare brandgasspridning. Kritiska förhållanden uppnåddes då i de angränsande korridorerna inom 20 sekunder från det att dörren till brandrummet öppnades. Detta tyder på att tiden till upptäckt är kritisk och får en brand tillväxa under en längre tid oöstört kommer förloppet gå fortare efter det att dörren in till brandrummet öppnas.

7.2 Tillväxtkurva Fast

För scenario 8 arbetsrum/personalrum gjordes ytterligare en simulering där tillväxthastigheten ändrades till fast. Detta gav ett snabbare brandförlopp och möjliggjorde snabbare brandgasspridning. Kritiska förhållanden uppnåddes då mellan 20 och 60 sekunder i de angränsande korridorerna från det att dörren till brandrummet öppnades.

7.3 Handberäkningar av sikt

Enligt tidigare resonemang är det osäkert om fullständig skiktning sker vid cafeteriabranden där dörrarna mot huvudkorridoren ej stänger. För att undersöka det andra fallet beräknades därför när sikten skulle understiga 5/10 meter, Boverket (2004), vid fullständig omblandning av brandgaserna. Ett viktat förbränningsvärme tal togs fram för cafeteria där 40 procent antogs vara polyuretanskum och 60 procent antogs vara trä. En rökpotehtial viktades fram för samma ämnen och viktsatser. Exakta handberäkningar finns redovisade i Appendix 2. Brandgaserna antogs bli fullständigt omblandade i hela volymen momentant.

Om CFAST antog fullständig skiktning antar de här beräkningarna extremvärdet åt andra hållet och det riktiga värdet borde således ligga någonstans mitt emellan de båda värdena. Handberäkningarna gav en sikt som understeg 10 meter vid 100 sekunder och 5 meter vid 130 sekunder.

Scenario	Tid tills kritiska förhållanden uppstår i angränsande rum (s)	Tillgänglig tid till utrymning från det att larmet aktiverats. (s)
Datasal 50,80,100 procent	110-180	40-110
Personalrum/Arbetsrum	100-150	30-80
Cafeteria utan korridor	180-230	170-220
Cafeteria med huvudkorridor	180-230 Cafeteria 270-350 Huvudkorridor	170-220 Cafeteria 260-350 Huvudkorridor
(Känslighetsanalys) Cafeteria med huvudkorridor Fullständig omblandning	100-130	90-120
(Känslighetsanalys) Personalrum/Arbetsrum 3 minuter tills branden upptäcks	190-210	0-20
(Känslighetsanalys) Personalrum/Arbetsrum Fast effektutveckling	90-130	20-60

Tabell 7-1

Sammanställning av resultaten från simuleringar och känslighetsanalys.

8 SIMULERINGAR I SIMULEX

SIMULEX är ett utrymningsprogram där hänsyn tas till gånghastighet. Ritningar över objektet används som underlag för beräkning av utrymningstiden.

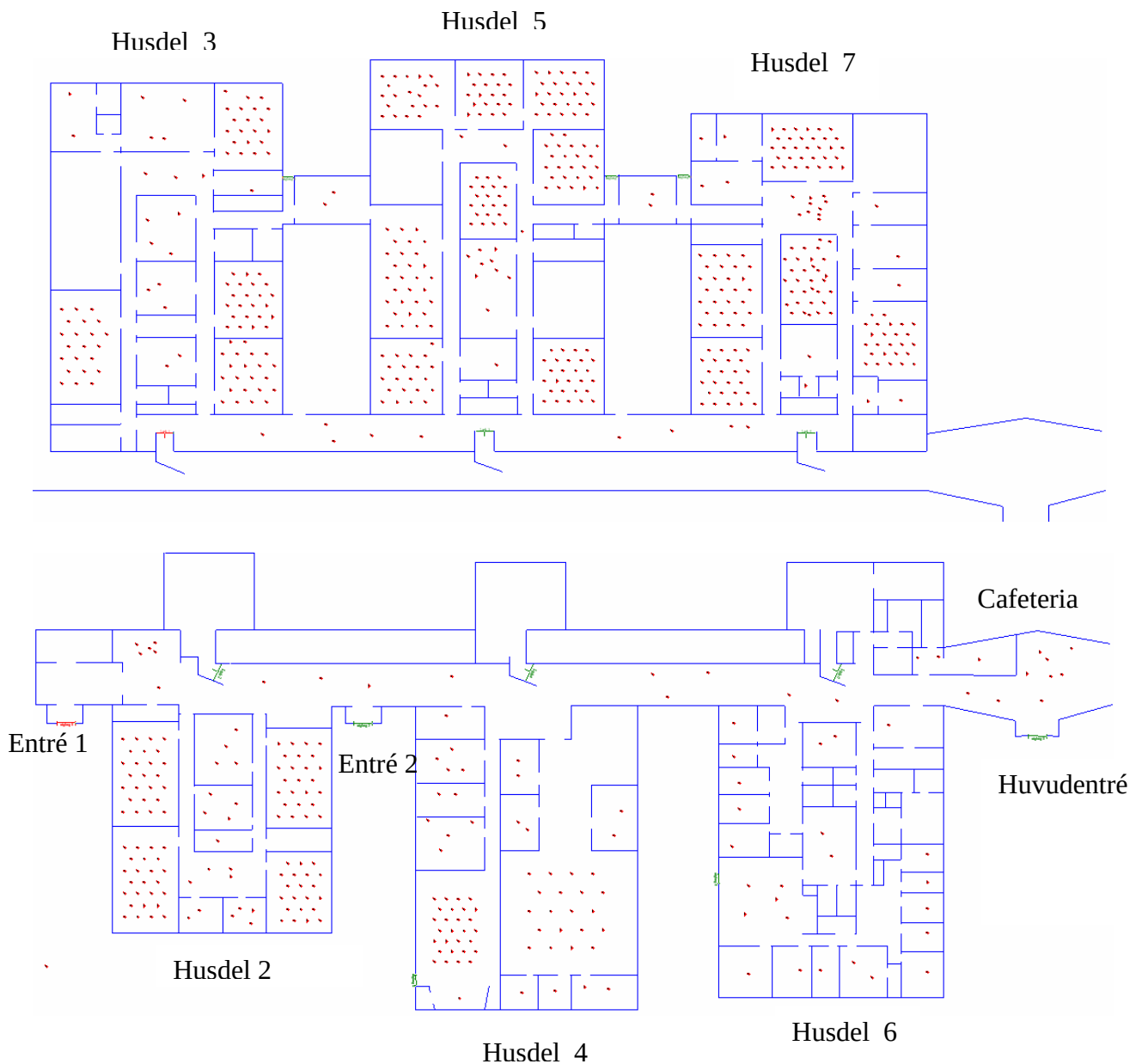
För att få en uppfattning om hur lång tid det tar att utrymma de delar som berörs av de olika scenarierna och även hela skolan, simulerades utrymningen i programmet SIMULEX. Resultaten jämförs sedan med tiden till kritiska förhållanden uppstår från tidigare simuleringar i CFAST. Slutsatser kan då dras om utrymning kommer att kunna ske innan kritiska förhållanden uppstår.

Vid simuleringarna i SIMULEX har fler människor antagits befinna sig i husdelarna än vad som vanligtvis förekommer. Detta har gjorts för att en hög persontäthet är möjlig i skolan och vid enstaka tillfällen kan det befinna sig så många människor i lokalerna. Vid simuleringarna har vi alltså utgått från det troliga scenario som ger störst konsekvens med avseende på persontäthet, för att på så vis täcka in alla tänkbara scenarier.

I SIMULEX väljs vilka typer av individer som ska användas i simuleringen, vilken reaktionstid de ska ha samt vilken utgång de ska välja. Eftersom skolelever fanns som alternativ valdes dessa i samtliga simuleringar och när det gäller reaktionstiden valdes denna till 60 sekunder, Brandskyddshandboken (2002), ± 30 sekunder, då det inte är troligt att alla reagerar exakt samtidigt. 60 sekunder kan anses som en relativt kort reaktionstid i jämförelse med andra lokaler/byggnader, där individerna har en längre reaktionstid, Frantzich, H. (2004). Skillnaden är att i skolor finns oftast en lärare närvarande som ger instruktioner vid utrymning. De är dessutom bekanta med omgivningen och miljön, och en kortare reaktionstid är därför rimlig.

8.1 Resultat simulering, utrymning

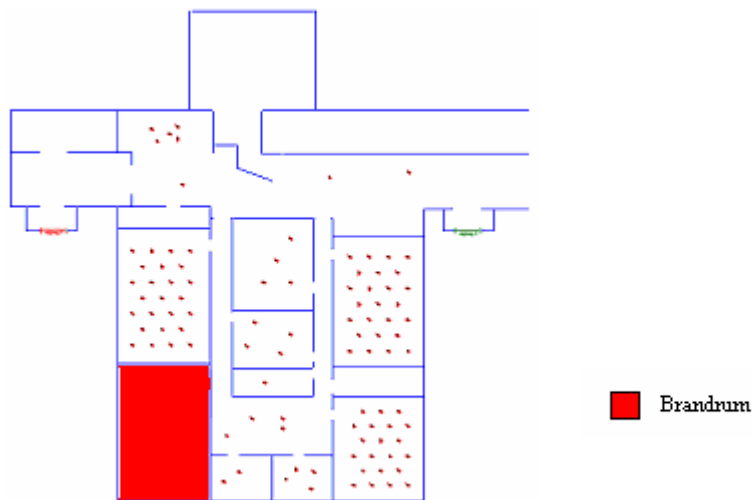
En simulering gjordes på hela skolan, Figur 8-1, för att kunna jämföra tiderna från en enskild del med tiderna för en total utrymning. Det placerades ut drygt 700 individer varav ca. 2/3 placerades i husdel 3,5 och 7 och ca. 1/3 i husdel 2,4 och 6. I husdel 3,5 och 7 styrdes vissa individer att gå ut i nödutgångarna mellan huskropparna, medan resten styrdes att gå ner för trapporna och sedan ta den närmsta utgången. Detta p.g.a. att individerna i SIMULEX automatiskt väljer den närmsta utgången, som för de flesta var utgångarna mellan huskropparna. Detta är inte troligt då det är kartlagt, Frantzich, H. (2004), att många tar sig ut de vägar de känner till och normalt använder. Många väljer förmodligen trapporna eftersom det är den normala vägen att ta sig ut och de flesta leddes därför ut den här vägen. I del 2,4 och 6 valde individerna närmsta utgången. Att utrymma hela skolan tog 3 minuter och 44 sekunder.



Figur 8-1 Hela skolan med de olika husdelarna markerade

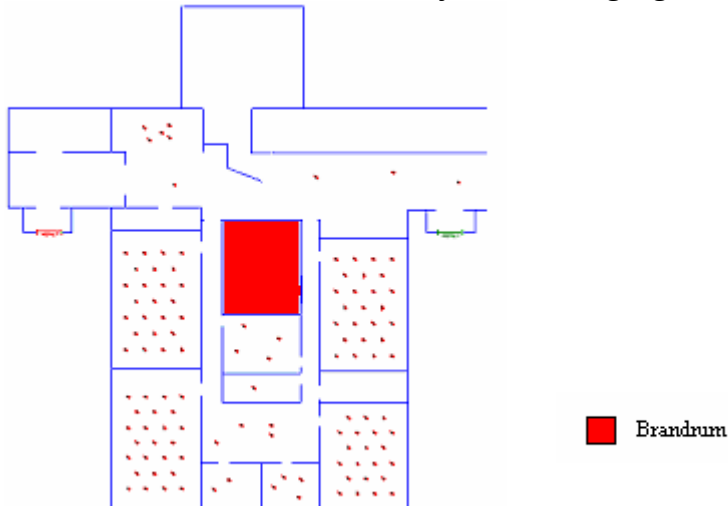
För att simulera scenario 9, cafeterian, placerades knappt 240 individer ut i husdel 2, 4 och 6. Eftersom branden startar i cafeterian är det inte lämpligt att utrymma genom huvudentrén och alla individer utom de placerade i cafeterian styrdes till de övriga utgångarna i husdel 2, 4 och 6. Denna utrymning tog 2 minuter och 31 sekunder.

Scenario 5, datasalen, Figur 8-2, simulerades genom att placera ut knappt 100 individer i alla salar utom brandrummet i husdel 2. I den här simuleringen fick individerna välja den närmsta utgången. Denna utrymning tog 2 minuter och 30 sekunder.



Figur 8-2 Datasal Utrymningssimulering

Brand i personalrum/arbetsrum, scenario 8, simulerades i två varianter med olika förutsättningar. I båda varianter var antalet individer 120, men i den första, Figur 8-3, styrdes inte individerna utan de kunde välja närmsta utgång. Det tog då 2 minuter och 27 sekunder.



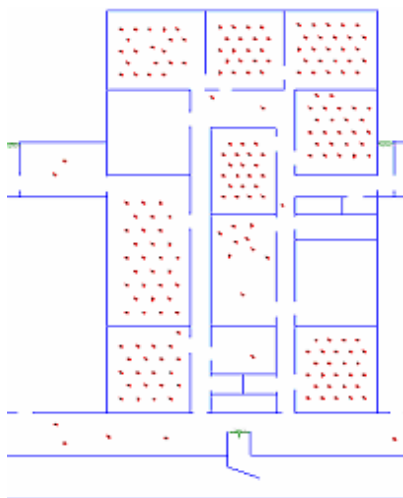
Figur 8-3 Arbetsrum/Personalrum Utrymningssimulering

Den andra varianten av scenario 8, Figur 8-4, gjordes för att undersöka effekterna av en begränsad utrymning genom korridoren som står i direkt anknäytning till brandrummet. Detta eftersom brandgaser från brandrummet snabbare läcker ut i den angränsande korridoren. De individer som befinner sig i salen ovanför begränsningen har tillgång till den högra korridoren medan övriga individer i husdel 2 måste använda den vänstra korridoren. Denna utrymning tog 2 minuter och 53 sekunder.



Figur 8-4 Arbetsrum/Personalrum, Utrymningssimulering med avgränsning

Till sist gjordes en simulering som motsvarade brand i datasal men där individerna placerades i husdel 5, Figur 8-5. Detta för att täcka in de norra husdelarna av skolan där det kan vistas fler människor än i husdel 2, och se hur utrymningstiden påverkas. 235 individer placerades ut, vissa styrdes att gå ut genom de övre nödutgångarna medan resten styrdes att ta trapporna ner till huvudkorridoren och sedan gå ut genom den närmsta utgången. Denna utrymning tog 3 minuter och 43 sekunder.



Figur 8-5 Utrymning av husdel 5

	Utrymningstid (sekunder)	Antal individer
Hela skolan	220	738
Scenario 9, cafeteria	150	237
Scenario 5, datasal	150	98
Scenario 8, personalrum/arbetsrum	150	120
Scenario 8, personalrum/arbetsrum, begränsning av en mindre korridor	170	120
Utrymning husdel 5	220	235

Tabell 8-1 Sammanfattning av utrymningstider

9 JÄMFÖRELSE CFAST SIMULEX

För att undersöka hur tiderna för utrymning och tiderna till kritiska förhållanden förhåller sig till varandra görs en jämförelse mellan de två.

9.1 Arbetsrum/Personalrum

Den tid det tar tills kritiska förhållanden uppstår i angränsande rum blev som tidigare visats 100 till 150 sekunder beroende på vilket rum som avses. Detta betyder att det uppstår kritiska förhållanden i korridoren närmst brandrummet på 100 sekunder och den bortre korridoren på 150 sekunder.

Dessa värden speglar dock inte den tillgängliga tiden för utrymning p.g.a. den fördröjda detektionstiden. Fördröjningen beror på att närmaste detektor sitter i den mindre korridoren utanför brandrummet och ej kan aktiveras förrän dörren till brandrummet öppnas. Dörren mellan dessa två rum har i simuleringarna öppnats efter en minut. Därefter bedöms det ta ca 10 sekunder för brandgaserna att aktivera larmet. Sammantaget blir detta en fördröjning av detektionen med 70 sekunder.

Den egentliga tiden för utrymning från angränsande rum varierar således från 30 till 80 sekunder beroende på vilken av de angränsande korridorerna som används för utrymning.

Vid känslighetsanalysen för Arbetsrum/Personalrum blev tiden tills kritiska förhållanden uppstod kortare vilket pekar på en sämre marginal mellan den tillgängliga tiden för utrymning och tiden till kritiska förhållanden uppstår.

Från SIMULEX ses att tiden för utrymning varierar beroende på vilka utrymningsvägar som är tillgängliga. När de båda mindre korridorerna användes tog det 150 sekunder. I simuleringen med viss blockering av en av de mindre korridorerna är tiden för utrymning längre.

Vid jämförelse med resultaten från CFAST blir den tillgängliga tiden för utrymning kortare än tiden som krävs för utrymning av husdelen. Skillnaden mellan tillgänglig tid och den tid som behövs för utrymning blir ca 120 sekunder, beroende på vilket rum som avses och om en eller två av de mindre korridorerna används. Inkluderas värdena från känslighetsanalysen blir skillnaden ännu större.

Utrymning enbart genom de mindre korridorerna är alltså inte rimlig som enda alternativ för utrymning, och fönsterutrymning kommer att vara nödvändigt.

Mest kritiskt är det för personer belägna i rummen mellan de mindre korridorerna utan tillgång till fönsterutrymning. De måste mycket snabbt ta sig ut genom de mindre korridorerna eller korsa korridoren till ett angränsande rum med tillgång till fönsterutrymning.

9.2 Datasal

Enligt simuleringarna i CFAST tar det 110 sekunder för att fylla den mindre korridoren närmst datasalen med så mycket brandgaser att kritiska förhållanden uppstår. I den mindre korridor som ligger längst ifrån brandutrymnet krävs det något längre tid, 140 sekunder för att kritiska förhållanden ska uppstå.

Om man som vid tidigare scenario (Arbetsrum/Personalrum) räknar med att branden detekteras av närmsta brandvarnare, blir den tillgängliga tiden för utrymning 70 sekunder kortare. Detta resulterar i att tiden för utrymning genom mindre korridorer inte får ta längre tid än 40 sekunder för individer som använder den korridoren som ligger närmast brandrummet och 110 sekunder för den bortre korridoren.

Resultaten i SIMULEX över detta scenario visar att den tid som krävs för att utrymma husdelen blir 150 sekunder.

En ytterligare simulering i SIMULEX gjordes för att undersöka hur lång tid utrymning i av en norra husdelarna skulle ta. Denna tid simulerades till 220 sekunder.

Även i detta scenario är tiden för utrymning kortare än tiden tills kritiska förhållanden uppstår. Detta förutsatt att personerna bara utrymmer genom de bägge mindre korridorerna, alltså de utgångar som normalt används. Placerar man branden i en av de norra husdelarna skulle utrymningen ta ännu längre tid. Här skulle dock tiden tills kritiska förhållanden uppstår även den bli längre, p.g.a. större geometrier. Fönsterutrymning kommer att bli nödvändig även i detta scenario enligt tidigare resonemang. Resonemanget ovan om personer i rummen mellan de mindre korridorerna gäller också här.

9.3 Cafeteria

För Cafeterian gjordes en simulering där dörrarna mot huvudkorridoren antogs vara stängda samt en simulering där dörrstängarna mot huvudkorridoren antogs vara ur funktion och dörrarna därmed öppna.

För den första simuleringen med stängda dörrar tog det 180 sekunder i angränsande rum respektive 230 sekunder i brandrummet för att kritiska förhållanden skulle uppstå p.g.a. brandgaslagrets höjd. Skillnaden mellan rummen beror på större ventilation av brandgaser i brandrummet. Detektering av branden sker med 10 sekunders fördröjning således blir den tillgängliga tiden för utrymning 170 respektive 220 sekunder.

I både simuleringen med stängda och öppna dörrar blir tiden tills kritiska förhållanden uppstår likvärdiga för brandrummet och rummen i anslutning till detta. I huvudkorridorens övre plan dröjde det 270 sekunder innan brandgaslagret nått under kritiska förhållanden. Motsvarande tid för det undre planet blev längre och hamnade på 350 sekunder. Tiden för tillgänglig utrymning blev således 260 sekunder för korridorernas övre plan och 340 sekunder för det undre planet. Branden detekteras med 10 sekunders fördröjning.

Vid dessa simuleringar bör man ha i åtanke att de stora sammanbundna volymerna kan ge ett mer omblandat förhållande än den skiktning som CFAST förutsätter. Av denna anledning gjordes därför också en handberäkning, efter simulering i CFAST, över siktförhållanden vid fullständig omblandning. Resultatet blev att sikten försämrats till 10 meter efter 100 sekunder och till 5 meter efter 130 sekunder.

Vid simulering i SIMULEX mättes utrymningstiden för de individer som befinner sig i de delar som blir påverkade av Cafeteriabranden och därigenom utsätts för försvårade utrymningsmöjligheter. Delarna som avses är 2,4 och 6 och resultatet av simuleringarna ger en utrymningstid på 150 sekunder.

Tiden det tar att utrymma berörda delar hamnar mellan tiden för fullständigt omblandade förhållanden och tiden för CFAST:s tvåzonsskiktning. Det finns alltså risk för att kritiska förhållanden uppstår innan utrymningen är klar. Efter att kritiska förhållanden uppstått måste utrymning ske via alternativa vägar.

Vid simuleringen i SIMULEX över Cafeteria scenariot med öppna dörrar mot huvudkorridoren utrymdes endast skolans lägre plan eftersom det i det övre planet finns alternativa utrymningsdörrar, till skillnad från den nedre delen som endast har fönsterutrymning som alternativ.

Scenario	Tillgänglig tid för utrymning (s)	Tid för utrymning (s)
Datasal	40-110	150
Arbetsrum/Personalrum	30-80	150
Cafeteria utan huvudkorridor	170-220	150
Cafeteria med huvudkorridor	170-220 Cafeteria 260-350 Huvudkorridor	150
Cafeteria med huvudkorridor fullständig omblandning	90-120	150

Tabell 9-1 Jämförelse utrymningstider och tider tills kritiska förhållanden uppstår

10 SLUTSATSER OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Slutsatserna grundar sig på de simuleringar och uträkningar som gjorts samt observationer under det studiebesök som gjordes i början av projektet.

Eftersom tiderna för utrymning i alla scenarier överskrider den tillgängliga tiden för utrymning kan ej utrymning genom mindre korridorer (Scenario 5 och 8) eller enbart huvudkorridoren (Scenario 9) anses vara genomförbart. Utrymningen kommer därför bli beroende av fönsterutrymning som komplement till de mindre korridorerna eller huvudkorridoren.

Fönsterutrymning som komplement bedöms som möjlig om dörren från det utrymmande rummet mot de mindre korridorerna hålls stängd och utrymmet utanför fönstren hålls fritt. Branden kommer inte inom tiden för utrymning att hinna sprida sig till de angränsande rummen eftersom väggar och dörrar mellan rummen bedöms kunna motstå branden under tillräcklig tid för att utrymma. Dörrarna bedöms också vara tillräckligt täta för att motstå betydande brandgasspridning in i rummen. Brandgaserna har begränsade möjlighet att sprida sig in till utrymmande rum via ventilationssystemet och kritiska förhållanden kan därför inte uppstå där under utrymningen.

Utrymning genom fönster anses dock inte vara möjligt i dagsläget eftersom stora buskage blockerar ett antal fönster på utsidan. Buskagen är placerade direkt utanför fönstren, Figur 10-1, och kommer därför att förhindra en effektiv utrymning. Situationen i skolan anses därför inte vara säker ur utrymningssynpunkt.



Figur 10-1 Stora buskar blockerar fönsterutrymning och försvårar den avsevärt. Skolan kan ej anses säker ur utrymningssynpunkt vid rådande förhållanden.

Rummen belägna mellan de mindre korridorerna och de rum som vetter mot ljusgårdarna saknar möjligheten till fönsterutrymning. Elever och personal måste därför ta sig genom de mindre korridorerna eller till ett angränsande rum. Detta bedöms vara en genomförbar utrymningsstrategi. Detta eftersom det är få personer i rummen i husdel 2, 4, 6, samtidigt som husdel 3, 5, 7 har fler utrymningsalternativ från de mindre korridorerna och tiden tills kritiska förhållanden uppstår bedöms vara längre.

Utrymning vid cafeteriascenariot anses genomförbar då utrymning genom fönster och alternativa utrymningsvägar finns som komplement till huvudkorridoren. Efter det att kritiska förhållanden uppstått i huvudkorridoren finns fortfarande möjligheterna att vända och ta sig ut genom annan utrymningsväg.

Skyddet mot brandspridning och brandgasspridning anses vara relativt god. De brister som upptäcktes under studiebesöket redovisas nedan och bör rättas till för att minska de materiella skadorna utanför brandcellen.

Spridning mellan brandceller bedöms kunna begränsas till en brandcell förutsatt att brandcellsgränserna är intakta. Dörrstängare måste fungera och finnas på alla dörrar som skiljer brandceller och genomföringar måste vara täta. Vissa brister upptäcktes med avseende på dessa aspekter under studiebesöket.



Figur 10-2 Exempel på bristfällig tätning mellan brandceller. Ett hål med storlek av en knytnäve som går rakt igenom golvet ner till ventilationsrummet.



Figur 10-3 Uppkilad dörr i brandcellsgräns. En uppkilad dörr kan leda till att brandgaser sprider sig, med försvårad utrymning och stora materiella skador som följd.

I brandcellsgränserna har fönsterpartierna bytts från klass EI 30 till klass E30. Detta är ett tillåtet byte enligt Brandskyddshandboken (2002), men kräver ett skyddsavstånd på 0,5 meter till brännbart material. Detta krav uppfyllades inte på vissa platser vilket leder till ökad risk för brandspridning mellan brandceller.



Figur 10-4 Skyddsavståndet på 0,5 meter uppfylls varken av bänken eller av gardinen på var sin sida om brandcellsgränsen.

Då väggar och dörrar inom brandcellerna har ett visst brandmotstånd finns det goda möjligheter att räddningstjänsten hinner släcka branden inom startutrymmet, förutsatt att dörren till angränsande utrymmen hålls stängd. Står dörren öppen kan branden och brandgaser lätt sprida sig utanför startutrymmet.

På grund av ombyggnationer lagrades det tillfälligt material i väg till utrymningsväg. Detta leder till att utrymningen försvåras och tiden för utrymning kommer att bli längre. På vissa platser fanns även permanenta skåp placerade. Dessa inskränker i något fall på dörrbredden och försvårar därför utrymningen. Fönsterutrymning var också försvårad i något fall då mörkläggningsgardiner täckte delar av fönstret. Det är viktigt att fönstergallren är upplåsta om undervisning bedrivs i datasalarna eftersom fönsterutrymning annars är omöjlig. Det är också viktigt att ansvariga lärare är medvetna om detta samt vad som blir konsekvensen om det inte följs.



Figur 10-5 Blockering av utrymningsväg leder till en försvårad utrymning.

Skyltningen av utrymningsvägar var ej enhetlig samt bristfällig. Utrymningsplaner var inaktuella och mycket begränsade till antal.



Figur 10-6 En bristfällig utrymningsplan med avseende på innehåll och placering.



Figur 10-7 Skyltning som ej är konsekvent och i vissa fall bristfällig

Den kontrolljournal som finns för det automatiska brandlarmet tyder på att det finns brister i skötsel och underhåll av detta. Brandlarmet är en mycket avgörande faktor för att utrymning skall kunna genomföras, och måste därför regelbundet testas och skötselinstruktioner av dess komponenter måste följas.

Trots att inga närmare simuleringar och beräkningar har gjorts för rullstolsburna personer kan slutsatsen dras att det finns möjligheter att utrymma via de mindre korridorerna, dock måste det ske direkt när larmet går. Från alla husdelar är det möjligt att ta sig ut via samma plan till det fria vilket underlättar utrymning.

10.1 Brister och åtgärder

För att skapa en säker utrymningssituation finns det några brister som skall åtgärdas och brister som bör åtgärdas. Dessa beskrivs nedan med orsaken till bristerna och förslag på åtgärd beskrivet. Dessutom ges några förslag till förbättringar som syftar till att ytterligare höja säkerheten på skolan. I den här utvärderingen har i en del fall förutsättningarna antagits vara värsta tänkbara, fast inte på något sätt omöjliga. Detta gör att en "worst case" analys har gjorts utan att för den sakens skull det är en otänkbar situation.

Den kursiverade texten är rekommendationer vid ny- och omfattande ombyggnationer och kan inte tillämpas retroaktivt men har lagts till för att styrka de åtgärder som föreslagits.

10.1.1 Skall åtgärdas

- För att göra skolan säker ur utrymningssynpunkt **skall** det säkerställas att utrymning genom fönstren kan ske obehindrat. Buskagen **skall** därför klippas ned, eller tillräckligt mycket **skall** rensas bort, så fönsterutrymning kan ske. Detta gör fönsterutrymningen möjlig och på så sätt skapas en acceptabel utrymningssituation inom hela objektet.

Fönster får betraktas som en av flera utrymningsvägar från bostäder, kontor, skolor eller liknande lokaler. Det förutsätts att personer som väntar på att få utrymma via fönstret inte blir direkt utsatta för brand eller brandgas och att utrymningen kan ske på ett betryggande sätt. Brandskyddshandboken, (2002)

- Fönstren **skall** inte från insidan vara blockerade eftersom man förlorar tid i utrymningsskedet. Detta var fallet vid något fönster vid studiebesöket och **skall** åtgärdas genom att ordentliga upphängningsanordningar finns för mörkläggningsgardinerna, och att de endast är i nedsänkt läge då detta behövs.
- Lagring i väg till utrymningsväg **skall** inte ske så risk för brandspridning finns. Inte heller den tillgängliga bredden skall understiga 1,2 meter för brandceller dimensionerade för mer än 150 personer, och 0,9 meter för brandceller för under 150 personer, Brandskyddshandboken (2002).
- De fönster som används som utrymningsvägar **skall** markeras tydligt för att uppmärksamma möjligheten till fönsterutrymning redan innan ett tillbud inträffar. Detta bör göras med tydliga efterlysande utrymningsskyltar.

Det fönster som används för utrymning skall, om det inte framgår på annat sätt, vara försett med märkning som anger att det är utrymningsväg. Brandskyddshandboken, (2002)

Orienterbarheten skall underlättas genom monterade utrymningsskyltar, som visar var utrymningsvägen finns. Brandskyddshandboken, (2002)

10.1.2 Bör åtgärdas

Åtgärdsförslagen är rangordnade med det viktigaste förslaget först.

- Då tiden till upptäckt och larm är en viktig faktor, bör rum som ej omfattas av det automatiska brandlarmet utrustas med en brandvarnare. Detta gör att larmning går mycket fortare och den tillgängliga tiden för utrymning ökar.

Om en brand inträffar är det nödvändigt att snabbt sätta sig i säkerhet. En förutsättning för att detta skall kunna ske är dels att personer som befinner sig i byggnaden snabbt uppmärksammas på att en brand uppstått, dels att personerna i fråga har möjlighet att själv, eller med annans hjälp, ta sig ut från den brinnande byggnaden. SRV-Aktuellt, (2001)

- De rökdetektorer som styr de automatiska dörrstängarna samt ingår i brandlarmet, bör kontrolleras och rengöras regelbundet för att dess funktion ska säkerställas.
- Utrymningsplaner och utrymningsskyltar bör vara aktuella och enhetligt utformade för att undvika missförstånd och fördröjningar vid utrymning.

Alla vägledande markeringar i en byggnad skall vara likartat utformade. Utrymningsskyltar skall utformas likartat oavsett om utrymningsvägen leder till en nödutgång eller till en ordinarie utgång. Text får inte förekomma på skyltarna. .
Brandskyddshandboken, (2002)

- Dörrarna mellan de mindre korridorerna och de angränsande utrymmena bör utrustas med dörrstängare. Med stängda dörrar kan inte brandgaser sprida sig lika lätt till angränsande utrymmen. Dörrar i brandcellsgränser bör vara utrustade med fungerande dörrstängare.

Som man kan se i diagram A5-9, Appendix 5 resulterar en dörrstängare i att extra tid för utrymning ges.

- Skyddsavstånd på 0,5 meter mellan fönster i brandcellsgräns och brännbart material bör eftersträvas för att minska risken för brandspridning mellan brandceller.

Erforderligt skyddsavstånd med avseende på sticklågor är inte närmare undersökt, men 0,5 m har ansetts vara tillräckligt. Brandskyddshandboken (2002).

- För att säkerställa om brandgasspridning kan ske via ventilationssystemet till angränsande brandceller bör det undersökas exakt hur ventilationssystemet är konstruerat. Finns brister bör dessa rättas till för att minska konsekvenserna av en brand.

10.1.3 Förslag till förbättringar

- Eftersom kritiska förhållanden kan uppstå mycket snabbt är det viktigt att utrymning påbörjas direkt vid larm. Detta kräver en väl inarbetad organisation. Ordentligt genomförda utrymningsövningar gör att både personal och elever vet hur de ska agera vid utrymning.
- Brandskyddet inom ett objekt ska enligt nya lagen om skydd mot olyckor dokumenteras och det ska kunna visas upp hur man aktivt arbetar för att upprätthålla och förbättra brandskyddet. Skapandet av checklistor för att systematiskt kontrollera brandskyddet underlättar den regelbundna kontrollen och är därför ett bra sätt att arbeta på. Saker som på detta sätt regelbundet kan kontrolleras är brandlarmet, dess funktion och skötsel, automatiska dörrstängare med tillhörande detektorer och genomföringar i brandcellsgränser.
- Antändningskällor i form av kyl, frys och kaffekokare finns ofta representerade i statistiken över antändningskällor. Ett steg i att förbättra brandsäkerheten är därför att begränsa förekomsten av dessa i rum med hög brandbelastning såsom arbetsrum för lärare.

- Där brännbara gaser och vätskor hanteras, måste utrustning för detta vara i fullgott skick. Slangar får ej vara spruckna och ordentliga kopplingar ska alltid finnas. En återkommande tillsyn på detta skulle ge ett ökat skydd och en sådan kontroll kan ingå i en checklista.

Utrymningssäkerheten på skolan kan alltså med några enkla åtgärder säkerställas och personsäkerhetsskyddet kan då bedömas vara tillräckligt. Det finns många aspekter i skolans brandskydd som redan nu bedöms som goda eller mycket goda såsom att de flesta rum har utrymning direkt till det fria och att bra avgränsningar finns inom objektet. En eventuell brand bedöms kunna begränsas inom en brandcell och på så sätt minskas skadorna på objektet.

Det automatiska brandlarmet är väldigt viktigt för säkerhetssituationen och möjliggör att utrymning kan påbörjas snabbt. Något som är mycket bra är att det finns en säkerhetsmedvetenhet och en vilja till förbättringar på skolan. Detta är något som man bör ta tillvara på och bibehålla. Den stora ombyggnation som genomförs på skolan är ett ypperligt tillfälle att göra små förbättringar i brandskyddet, som skapar en ännu bättre situation för hela skolan.

REFERENSLISTA

Aaby, M., Aler C., Gilyeat, S., Klepitch, D., Koffel, W Jr., Mayl, E., et.al. Performance-Based Design Analysis - Seattle Transportation Center. *Proceedings of the 5th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods. Luxemburg, 2004*

Boverket. (2002) *Boverkets Byggregler, BBR*. Boverket Karlskrona, Vällingby

Boverket. (2004) *Utrymningsdimensionering*. Boverket Karlskrona, Kalmar

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

Drysdale, D. (1985) *An Introduction to Fire Dynamics*. John Wiley & Sons Ltd

Fire Code Reform Centre Project 4. Fire Safety Design Solutions. Part I: Core Model & Residential Buildings, Modeling Phase, Chapter 4.

Frantzich, H. (2001) *Tid för utrymning vid brand*. Räddningsverket, Karlstad

Frantzich, H. (2004) *Föreläsningsmaterial Utrymning*, Lunds Tekniska Högskola, Lund

Holmstedt G. (2004) *Föreläsningsmaterial Brandteknisk Dimensionering*. Lunds Tekniska Högskola, Lund

Karlsson, B., & Quintiere J G. (2000) *Enclosure Fire Dynamics*. Florida: CRC Press

Schleich, J.B. (2001) *Valorization Project Natural Fire Safety Concept*, ECSC

Society of Fire Protection Engineering. (2002) *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (3rd ed.). Quincy, Massachusetts: National Fire Protection Association

Särdqvist, S. (1993) *Initial Fires*. Lunds Tekniska Högskola. Lund

Elektroniska källor:

National Institute of Standards and Technology (NIST) (Skapad 2002-04-19)

<http://fire.nist.gov/fire/fires/fires.html> Hämtad: 2004-09-25

Statens Räddningsverk (SRV) (Skapad 2001)

http://www.srv.se/upload/Publikationsservice/SRV-aktuellt/2001/aktuellt_2001_7.pdf Hämtad 2004-11-29

Statens Räddningsverk (SRV) (Skapad 2004-06-21) *Insatsstatistik Brand i Byggnad.*

http://www.srv.se/templates/SRV_ExternalPage_1098.aspx Hämtad 2004-09-05

Statens Räddningsverk (SRV) 2002 *Statistik över bränder i skola 1996-2002* Jörgen Granefelt

APPENDIX 1 – STATISTIK

Appendix 1.1 – Statistik från SRV, bränder i allmän byggnad – riket 1998-2003

Startutrymme	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total	Total procent
Annat	208	226	224	208	181	237	1284	16,05%
Badrum/toalett/bastu	115	124	111	94	100	98	642	8,02%
Datacentral	7	10	16	2	8	12	55	0,69%
Ej angivet	27	23	1	1	3	2	57	0,71%
Elcentral	51	47	39	56	44	54	291	3,64%
Förråd	45	44	36	53	54	51	283	3,54%
Försäljningslokal	75	85	97	92	83	70	502	6,27%
Kontor	50	40	59	50	43	32	274	3,42%
Kök	290	348	354	366	354	378	2090	26,12%
Luftbehandlingsutrymme	26	23	22	33	15	26	145	1,81%
Okänd	27	21	16	27	26	27	144	1,80%
Personalutrymme	69	66	46	65	52	43	341	4,26%
Produktionslokal	18	11	17	13	10	13	82	1,02%
Soprum/sopnedkast	37	29	34	27	32	28	187	2,34%
Trapphus/korridor	101	100	107	85	83	103	579	7,24%
Tvättstuga	27	40	38	24	29	23	181	2,26%
Upplag	1	3	1	1	3	1	10	0,12%
Utomhus	85	104	119	112	108	110	638	7,97%
Verkstad/hobbyrum	15	22	16	11	17	22	103	1,29%
Vind	19	14	17	21	16	27	114	1,42%

Tabell A1-1 Startutrymme för brand i allmän byggnad

*en brand kan ha flera startutrymmen

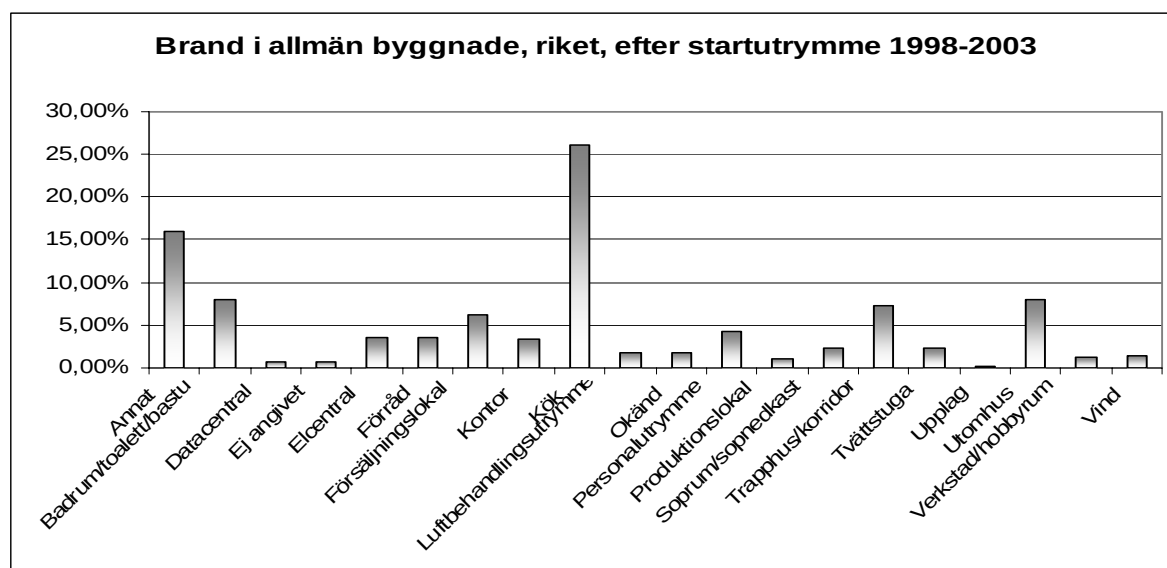


Diagram A1-1 Brand i allmän byggnad, riket, efter startutrymme

Brandens omfattning	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total	Total procent
Omfattning ej angiven	41	17	2	1	1	0	62	0,58%
Endast rökutveckling	537	524	576	631	565	595	3428	31,81%
Brand i startföremålet	459	480	448	456	468	463	2774	25,74%
Brand i ett rum	188	182	132	156	127	152	937	8,70%
Brand i flera rum	69	74	64	57	71	65	400	3,71%
Brand i flera brandceller	25	24	15	18	22	14	118	1,10%
Branden släckt/slocknad	481	550	540	485	458	543	3057	28,37%

Tabell A1-2 Omfattning för brand i allmän byggnad

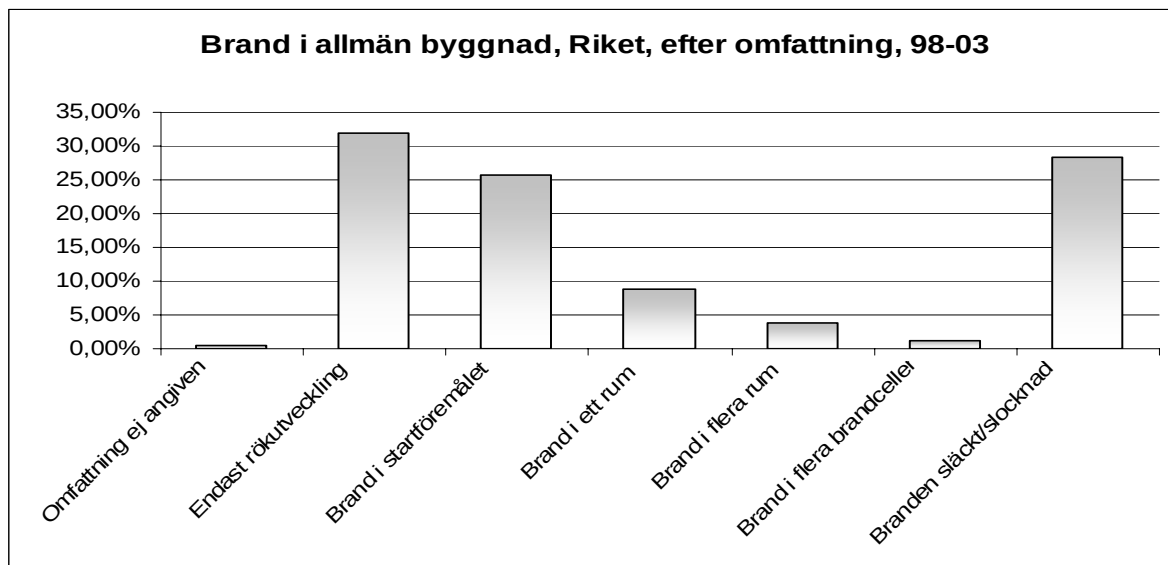


Diagram A1-2 Brand i allmän byggnad, riket, efter omfattning

Startföremål	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total	Total procent
Andra elinstallationer	108	100	107	129	101	126	671	6,38%
Annat	457	444	508	499	478	538	2924	27,80%
Bastuaggregat	21	21	20	26	18	20	126	1,20%
Brandfarlig gas	4	7	6	2	2	2	23	0,22%
Brandfarlig vätska	18	30	18	30	22	26	144	1,37%
Byggnadens utsida	92	117	133	134	115	135	726	6,90%
Diskmaskin	7	17	12	19	10	10	75	0,71%
Ej angivet	57	35	1	2	3	1	99	0,94%
Explosivt-/sprängämne	5	2	6	1	5	3	22	0,21%
Fläkt/ ventilationsanläggning	42	43	39	45	36	34	239	2,27%
Glödlampa	11	20	18	13	21	16	99	0,94%
Kaffebryggare	16	18	13	8	17	15	87	0,83%
Kyl/frys	17	26	17	25	27	20	132	1,25%
Lysrör	65	55	62	62	58	57	359	3,41%
Lös inredning	385	363	329	329	327	342	2075	19,73%
Maskin	21	20	19	22	15	15	112	1,06%
Okänd	113	127	97	129	129	128	723	6,87%
Spis	187	227	230	211	218	224	1297	12,33%
Stereo/video	2	2	2	0	0	1	7	0,07%
Strykjärn	0	0	1	0	0	1	2	0,02%
Torkskåp	2	4	5	4	5	5	25	0,24%
Torktumlare	18	16	21	13	12	11	91	0,87%
Transformator	10	16	16	11	16	16	85	0,81%
TV	16	16	12	14	10	7	75	0,71%
Tvättmaskin	8	11	13	10	8	10	60	0,57%
Uppvärmningsanordning	44	34	44	42	46	30	240	2,28%

Tabell A1-3 Startföremål för brand i allmän byggnad

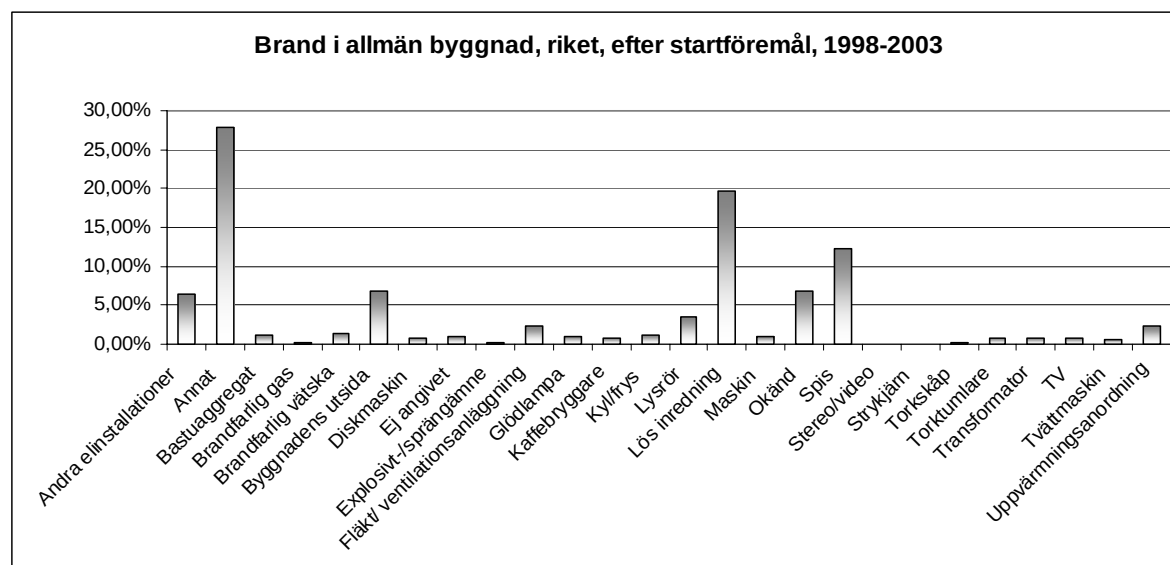


Diagram A1-3 Brand i allmän byggnad, riket, efter startföremål

Brandorsak	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total	Total procent
Orsak ej angiven	37	24	1	2	3	0	67	0,62%
Återantändning	20	8	14	14	14	22	92	0,85%
Anlagd med uppsåt	455	475	432	485	422	447	2716	25,20%
Barns lek med eld	29	35	44	27	28	27	190	1,76%
Glömd spis	160	182	199	183	181	179	1084	10,06%
Rökning	108	68	101	71	102	79	529	4,91%
Levande ljus	79	81	69	78	76	104	487	4,52%
Tekniskt fel	276	262	260	277	242	240	1557	14,45%
Blixtnedslag	1	2	3	4	4	3	17	0,16%
Fyrverkerier	13	13	17	3	10	13	69	0,64%
Hantverkare	21	22	25	18	10	24	120	1,11%
Explosion	6	3	4	10	3	5	31	0,29%
Soteld	10	13	11	10	12	11	67	0,62%
Värmeöverföring	121	123	121	108	118	145	736	6,83%
Gnistor	24	20	11	16	14	14	99	0,92%
Självantändning	29	38	32	23	40	36	198	1,84%
Okänd	309	362	327	344	330	336	2008	18,63%
Annan	102	120	106	131	103	147	709	6,58%

Tabell A1-4 Brandorsak för brand i allmän byggnad

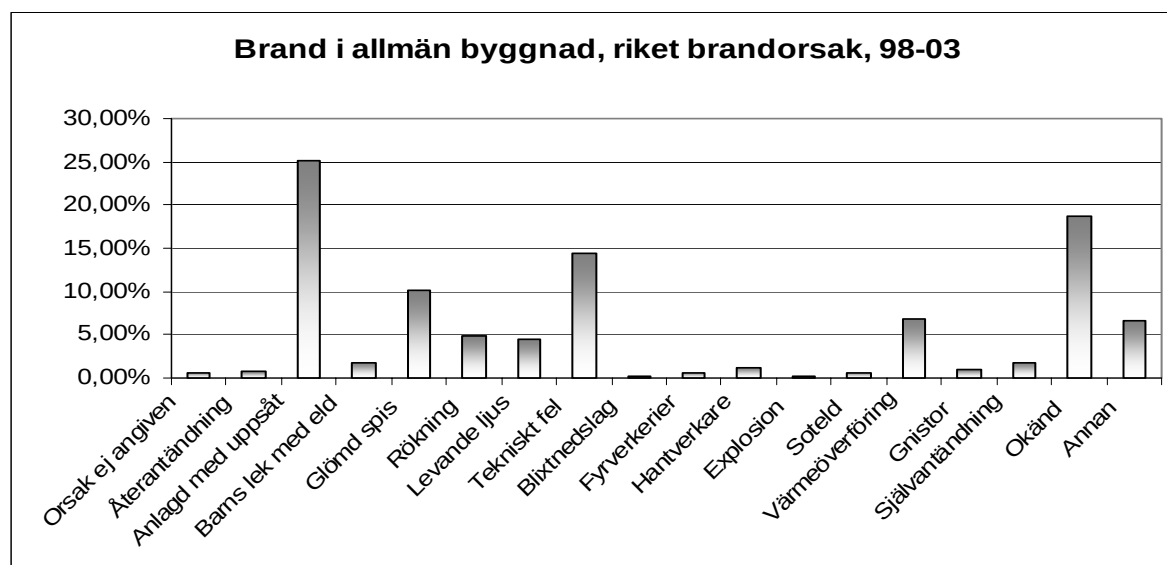


Diagram A1-4 Brand i allmän byggnad, riket, efter brandorsak

Appendix 1.2 – Statistik från SRV, bränder i skola – riket 1998-2003

Startutrymme	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Totalt
Ej angivet	58	39	9	7				113
Utomhus	18	24	21	31	30	35	35	194
Fristående förråd/uthus	9	6	7	16	15	13	12	78
Förråd	5	7	6	7	8	8	11	52
Fristående garage	2						1	3
Inbyggt garage	1				2			3
Radgarage	2							2
Kök	17	21	20	23	17	22	22	142
Skorsten	3	3		1	2	1		10
Pannrum	4	4	7	8	6	4	6	39
Luftbehandlingsutrymme	5	5	5	5	5	5	4	34
Soprum/sopnedkast	7	6	6	2	4	6	1	32
Trapphus/korridor	42	64	41	55	50	46	36	334
Tvättstuga		2		2	6		3	13
Badrum/toalett/bastu	12	30	32	54	50	29	30	237
Vardagsrum	8	1				1	2	12
Sovrum/sovsal	2	1	2	1		1	1	8
Hall	6	2	3	9	10	14	8	52
Verkstad/hobbyrum	6	7	8	15	9	7	10	62
Vind	3	4	6	3	4	3	2	25
Källare (ej boyta)	12	6	14	12	8	10	6	68
Balkong/loftgång	1	2			3	1	2	9
Elcentral	6	8	2	5	1	11	12	45
Produktionslokal	1	4	4	2	1	2	2	16
Försäljningslokal			1					1
Samlingslokal	25	27	46	24	28	45	32	227
Personalutrymme	10	13	21	18	14	15	9	100
Kontor	7	8	2	4	8	7	10	46
Datacentral	3				1		1	5
Lastbrygga		1	3			1	1	6
Lager				1		2	1	4
Upplag		3				1		4
Djurstall						1		1
Höupplag/loge/lada	1					1		2
Silo					1			1
Okänd	4	1	3	5	1		8	22
Annat	59	57	43	62	71	43	44	379
Totalt	339	356	312	372	355	335	312	2381

Tabell A1-5 Startutrymme för brand i skola

*en brand kan ha flera startutrymmen

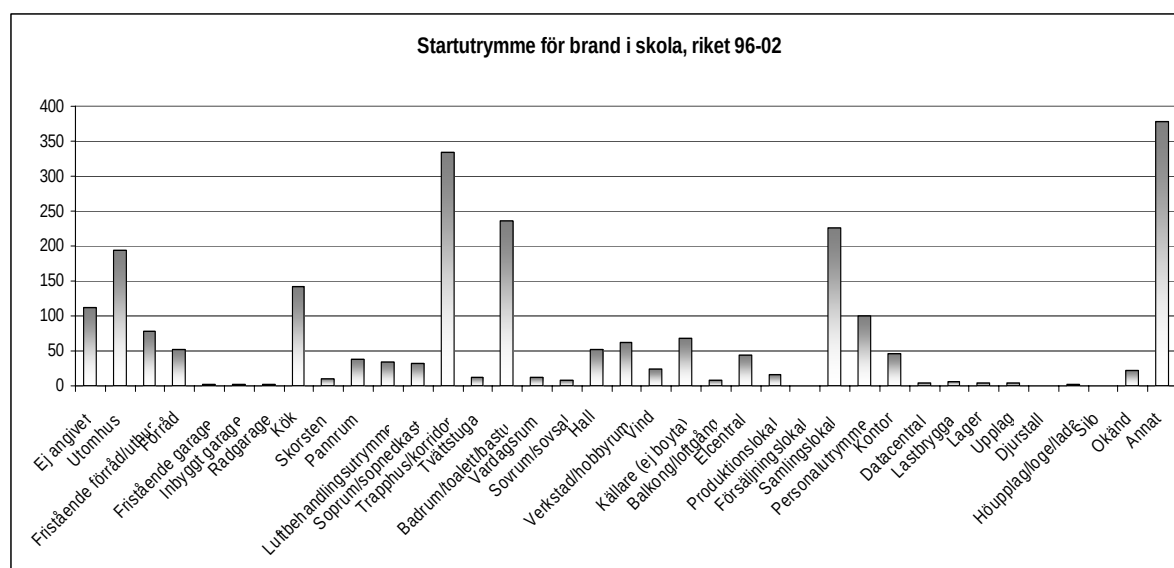


Diagram A1-5 Brand i skola, riket, efter startutrymme

Startföremål	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Totalt
Ej angivet	55	17	13	10				95
Byggnadens utsida	20	36	24	34	28	39	37	218
Röckkanal	1	3		1	2	1		8
Lös inredning	39	50	67	76	89	68	59	448
Eldstad		1	4	2	1	2	3	13
Uppvärmningsanordning	6	6	6	10	11	5	5	49
Bastuaggregat	3	2	5	4	4	3	3	24
Torktumlare		1		2	2		1	6
Torkskåp		3		1		1		5
Diskmaskin	5	1			3	3	1	13
Kaffebryggare				1		1	1	3
Spis	14	18	20	16	17	9	13	107
Kyl/frys	1	1	1	2		4	4	13
Tvättmaskin		1		1	5		1	8
Stereo/video					1			1
Glödlampa	3	3	2	3	2	2	1	16
Lysrör	7	7	7	12	5	7	10	55
Transformator	2	1		1	1	1	4	10
Andra elinstallationer	23	15	13	15	11	23	22	122
Fläkt/ ventilationsanläggning	8	3	10	7	7	10	3	48
Skräp i container	7	12	14	17	11	8	6	75
Maskin	1	4	2	1	2	4	4	18
Personbil	1	1	1	1	1	1	2	8
Explosivt-/sprängämne	4	3	2	2	4		3	18
Brandfarlig vätska	5	4	4	16	5	7	5	46
Brandfarlig gas	1	3	3	2	1		2	12
Okänd	20	23	18	24	27	23	23	158
Annat	112	139	98	106	116	112	101	784
Totalt	338	358	314	367	356	334	314	2381

Tabell A1-6 Startföremål för brand i skola**

**en brand kan ha flera startföremål

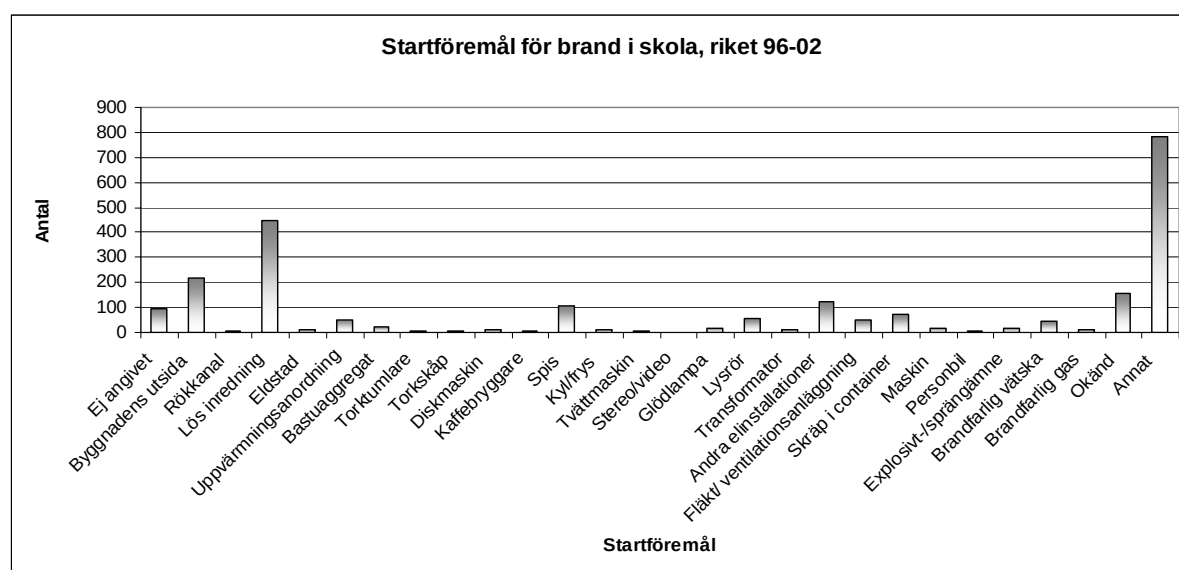


Diagram A1-6 Brand i skola, riket, efter startföremål

Brandorsak	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Totalt
00 Orsak ej angiven	123	85	57	65	63	53	49	495
01 Återantändning		2	2	2	2	2	2	12
02 Anlagd med uppsåt	95	130	120	163	159	159	139	965
03 Barns lek med eld	13	30	16	19	26	19	17	140
04 Glömd spis	12	10	13	12	14	9	17	87
05 Rökning	2	3	3	3	1	1	3	16
06 Levande ljus	3	4	9	6	7	7	6	42
07 Tekniskt fel	29	22	29	31	22	32	32	197
08 Blixtnedslag						1	1	2
09 Fyrverkerier	4	8	9	6	8	1	3	39
10 Hantverkare	6	8	6	3	4	3	3	33
12 Explosion				2		3	1	6
13 Soteld	1	2				1		4
14 Värmeöverföring	10	11	15	22	18	12	17	105
15 Gnistor	2	2	4	2	5	5	2	22
16 Självantändning	3	6	5	7	8	4	4	37
91 Annan	18	24	19	20	8	14	11	114
Totalt	321	347	307	363	345	326	307	2316

Tabell A1-7 Brandorsak för brand i skola

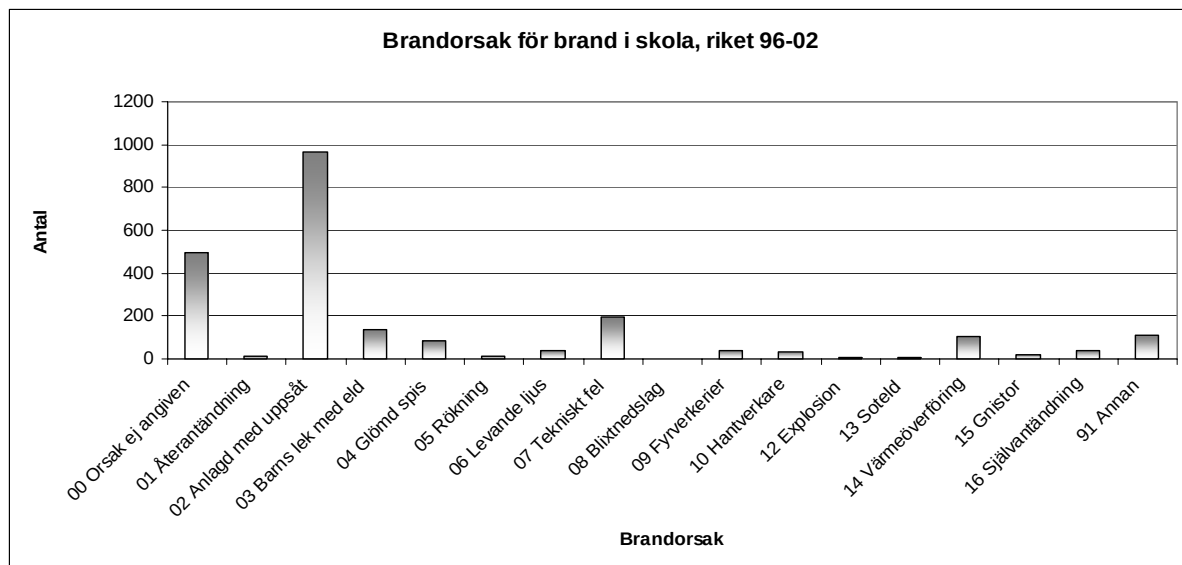


Diagram A1- 7 Brand i skola, riket, efter brandorsak

APPENDIX 2 - HANDBERÄKNINGAR

Effektutveckling ventilationskontrollerad

Vid en ventilationskontrollerad brand styrs den maximala effektutvecklingen av hur mycket syre som kan transporteras in i rummet. Det maximala luftflödet kan beräknas med eq 5.24 från Karlsson, B., & Quintiere J G. (2002).

$$\dot{m}_a = 0,5A_0\sqrt{H_0} \quad (\text{kg/s}) \quad (1)$$

Där $\dot{m}_a$ är luftflödet in i rummet (kg/s), A_0 den totala ventilationsarean (m^2) och H_0 höjden av ventilationsöppningarna (m). Ekvationen förutsätter att temperaturen i rummet är enhetlig och minst dubbelt så hög som omgivningens temperatur. Bägge kriterierna kan anses vara uppfyllda när rummet närmar sig övertändning och då sin maximala effektutveckling.

Den maximala effekten i rummet uppnås om allt syre som transporteras in i rummet används för förbränning. Då det är känt att luft innehåller 23 massprocent syre och vid förbränning av ett kg syre utvecklas effekten 13.12 MJ fås en ekvation enligt:

$$\dot{Q} = 1,518A_0\sqrt{H_0} \quad (\text{MW}) \quad (2)$$

Där $\dot{Q}$ är den maximala effektutvecklingen (MW), A_0 den totala ventilationsarean (m^2) och H_0 höjden av ventilationsöppningarna (m).

Tre beräkningar görs för varje brandscenario: en där 100 % av fönstren mot det fria antas vara sönder, en där 80 % antas vara sönder och en där 50 % antas vara sönder. H_0 antas vara totala höjden av fönstret för alla beräkningar oavsett procentsats vilket ger ett konservativt antagande. Vid beräkningar av ventilationsarean tas inte dörren mot den angränsande korridoren med, detta eftersom nästan likvärdiga förhållanden antas råda i korridoren som i brand rummet och inget markant tillskott av friskluft fås då därifrån. Eftersom fläktarna i ventilationsanläggningen stängs av vid brand räknas heller inget ventilationstillskott från dem.

Effektutveckling bränslekontrollerad

En annan metod att beräkna den maximala effektutvecklingen ges i NFCS, Schleich, J.B (2001). I en sammanfattning av denna redovisas på sidan 23 en tabell där maximala effekten kan beräknas med hjälp av arean på rummet. Detta ger beräkningar för en bränslekontrollerad brand.

Den totala effektutvecklingen beräknas då med

$$\dot{Q} = A_{fi} * RHR_f \quad (\text{kW}) \quad (3)$$

Där $\dot{Q}$ är den totala effektutvecklingen (kW), A_{fi} golvarean av brandrummet (m^2) och RHR_f det tabulerade effektutvecklingsvärdet för olika verksamheter (kW/m^2).

Beräkningar på cafeteria görs bara för den del som används för försäljning och inte det lilla förberedelserummet som finns innanför försäljningsdelen.

RHR_f -värdena som används är $500\text{kW}/\text{m}^2$ för "Buildings use in retail" och $250\text{kW}/\text{m}^2$ för "Buildings use in offices". Ingen källhänvisning är given för dessa värden men värdena dyker ofta upp i olika litteratur ex. **case studies** och används ej här som några exakta värden utan endast för att ge en fingervisning åt hur stor effektutvecklingen skulle kunna bli om branden var bränslekontrollerad.

För scenario 9 görs endast handberäkningen för den bränslekontrollerade effektutvecklingen då detta scenario antas bli bränslekontrollerat. Detta antagande bygger på att cafeterian i initialskedet har tillgång till mycket stora luftvolymen och att den är omsluten av glasväggar. Cafeterian ligger i anslutning till ett glasparti och vid en brand antas värmeutvecklingen bli så stor att fönstren spricker och på så sätt ges nya möjligheter till mer lufttillförsel. Denna lufttillförsel bedöms kunna bli så stor att branden aldrig blir bränslekontrollerad.

Effektutveckling som krävs för övertändning

För att kontrollera om övertändning är trolig i de olika scenarierna görs beräkningar av vilken effekt som krävs för att ge övertändning. Dessa beräkningar görs med eq 6.20 från Karlsson, B., & Quintiere J G. (2002).

$$\dot{Q}_{FO} = 610(h_k A_T A_0 \sqrt{H_0})^{1/2} \quad (\text{kW}) \quad (4)$$

Där $\dot{Q}_{FO}$ är den effekt som orsakar övertändning (kW), h_k den effektiva värmeöverföringskoefficienten (kW/(m²K)), A_T omslutningsarean minus ventilationsarean (m²) A_0 den totala ventilationsarean (m²) och H_0 höjden av ventilationsöppningarna (m). Formeln beräknar övertändning i brandrummet då brandgaslagrets temperatur är 500°C över rumstemperaturen. Detta är ett något konservativt kriterium och ger en övertändningseffekt i underkant av vad som förväntas.

Den effektiva värmeöverföringskoefficienten beräknas med hjälp av eq 6.14, 6.15 och 6.19 i Karlsson, B., & Quintiere J G. (2002). Materiellvärden för beräkningar är också tagna från Karlsson, B., & Quintiere J G. (2002).

$$t_p = \frac{\delta^2}{4\alpha} \quad (\text{s}) \quad (5)$$

t_p är den tid det tar för värmevågen att penetrera väggen (s), δ tjockleken på väggen (m) och α en materialkonstant (m²/s). Beräkningarna görs för dubbla gipsskivor på alla omslutande väggar. Eftersom värdet bara används som ett riktmärke och ej för exakta beräkningar tas ingen hänsyn till att golvet är av betong och att gipsskivorna har isolering bakom sig. Penetreringstiden beräknades till 412 sekunder. Övertändning antas ske efter 360 sekunder.

Eftersom penetreringstiden är längre än den valda tiden uppnås aldrig stationära förhållanden och värmeöverföringskoefficienten beräknas med eq 6.15 i Karlsson, B., & Quintiere J G. (2002).

$$h_k = \sqrt{\frac{k\rho c}{t}} \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \quad (6)$$

Där h_k är den effektiva värmeöverföringskoefficienten (W/(m²K)), $k\rho c_{en}$ materialkonstant (W²s/m⁴K²) och t den tid beräkningarna utförs vid, 300 sekunder. (s).

Beräkningarna görs för tre olika ventilationsförhållande 50, 80, 100 procent och höjden av öppningen antas hela tiden vara maximal.

Optisk densitet

Genom att göra antagandet att brandgaserna inte bildar ett jämt brandgaslager utan fördelar sig jämt i cafeterian och de närliggande korridorerna, fås ett värde på när sikten påverkar utrymningen vid cafeteriabranden. I CFAST lade vi in en viktad förbränningsvärme $\Delta H_{C,med}$ genom att räkna på 60 % trä och 40% polystyren, $\Delta H_{C,med} = 0,6 \times \Delta H_{c,trä} + 0,4 \times \Delta H_{C,polystyren}$. Ur pyrolyshastigheten som fås genom CFAST för varje intervall om 10 sekunder bestämdes hur mycket som pyrolyserats under varje tidsintervall. Från dessa värden görs beräkningar på sikten med hjälp av Holmstedt G (2004).

$$sikt = \frac{\ln 10}{D_L} \quad (\text{m}) \quad (7)$$

$$D_0 = \frac{D_L \times V}{m} \quad (\text{obs m}^3/\text{kg}) \quad (8)$$

Där D_0 är rökpotentialen ($\text{obs m}^3/\text{kg}$) hämtade ur Drysdale, D. (1985), V är volymen (m^3), m är massan (kg) och D_L den optiska densiteten per meter (m^{-1}).

APPENDIX 3 - SAMMANSTÄLLNING RESULTAT CFAST

Simuleringarna sammanställs här i diagramform för att skapa en lättöverskådlig bild av resultaten.

Scenario 5, Datasal

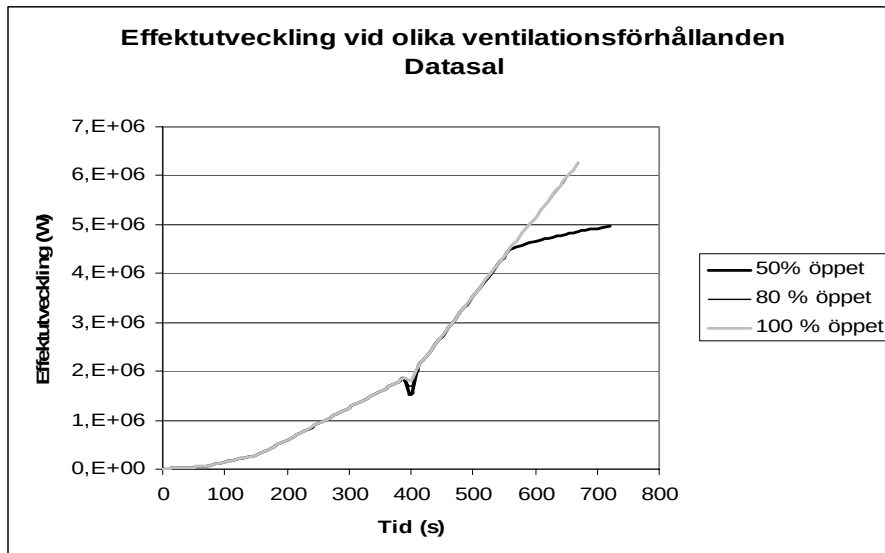


Diagram A3-1 Effektutvecklingen för de olika ventilationsförhållandena. Simuleringen avbröts vid övertändning.

Eftersom effektutvecklingen blir ventilationskontrollerad följer inte effektutvecklingskurvan den konstruerade när syret blir begränsande. Tillväxthastigheten är dock i början oförändrad.

För små ventilationer i förhållande till branden och rummet blir effekten av rummets syreinhåll påtaglig. Effektutvecklingen efter det att fönstren gått sönder blir därför både en effekt av ventilationens storlek samt rummets volym.

Vid liten ventilation kan effektutvecklingen hinna bli större än det handberäknade ventilationskontrollerade värdet innan övertändningen sker. Om övertändning inte hade skett är det troligt att en stabil effektutveckling hade gått tillbaka till ett värde nära det handberäknade värdet.

Vid stor ventilation hinner istället inte effektutvecklingen upp till det ventilationskontrollerade värdet innan övertändningen sker. Effekterna av rummets syreinhåll påverkar därför inte branden lika mycket.

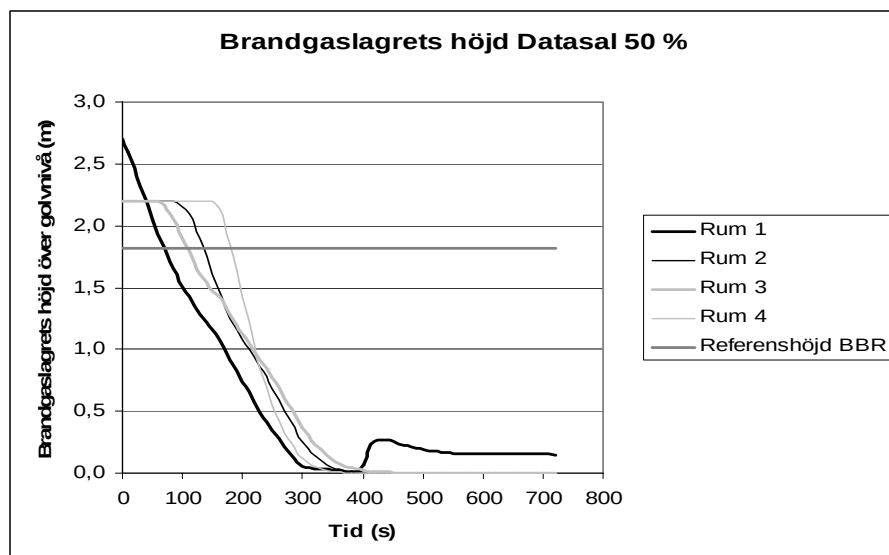


Diagram A3-2 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för scenariot när 50 procent av fönstren går sönder och faller ut.

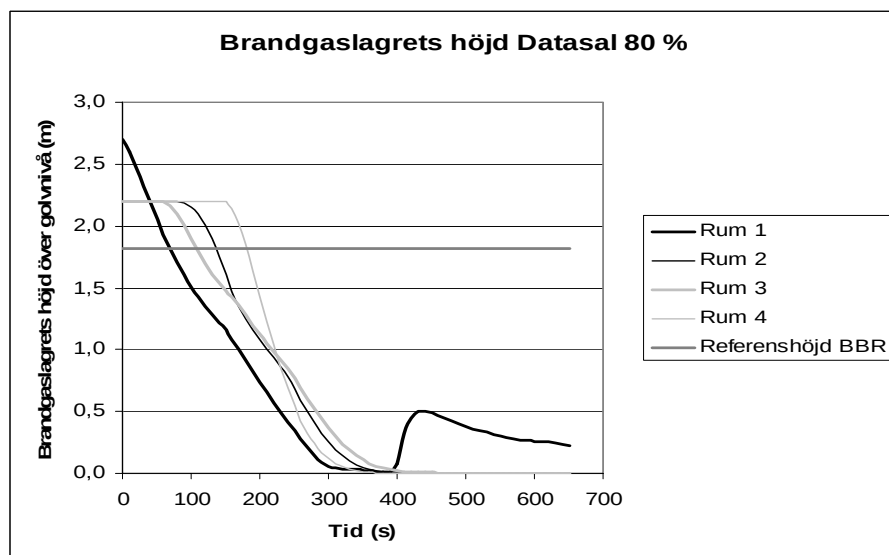


Diagram A3-3 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för scenariot när fönstren går sönder och faller ut till 80 procent.

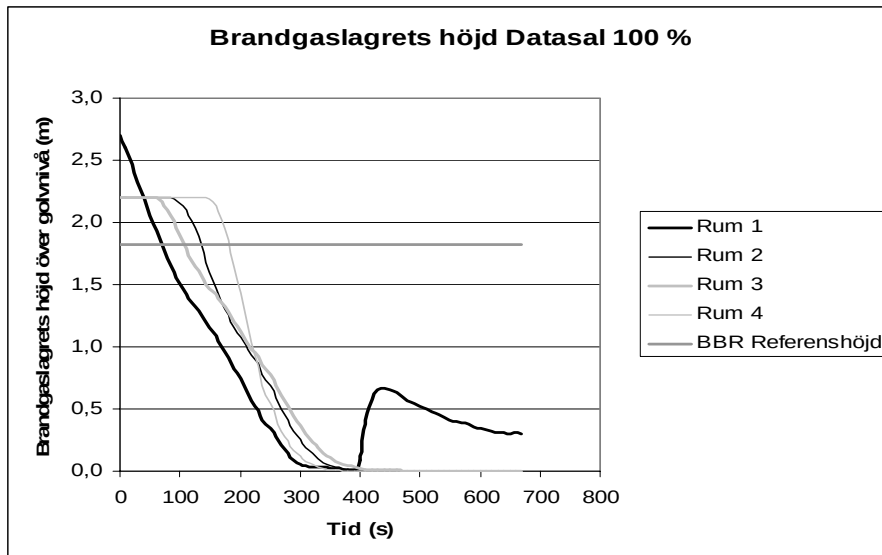


Diagram A3-4 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för scenariot när 100 procent av fönstren går sönder och faller ut.

Med referenshöjd menas kravet från BBR att brandgaslagret inte får understiga $1,6+0,1 \cdot H$ där H är rummets höjd och alla mått ges i meter.

Eftersom brandgaslagret sjunker under den kritiska nivån innan fönstren går sönder spelar ventilationsförhållandet inte någon roll för utrymningen. Effektutvecklingen skiljer sig inte åt förrän tidigast vid 400 sekunder, Diagram A3-1, medan brandgaslagret sjunker under referensnivån mellan 120 och 200 sekunder, A3-2 till A3-4. På grund av detta redovisas senare i texten endast resultat från simuleringarna för 100 procents ventilation för scenario 8, Arbetsrum/Personalrum, då ventilationen även här är oväsentlig ur utrymningssynpunkt.

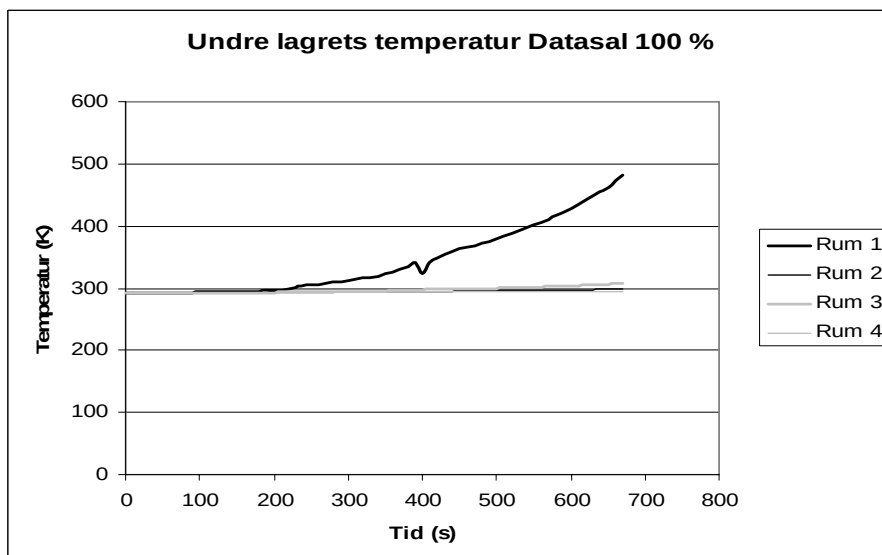


Diagram A3-5 Undre lagrets temperatur för scenariot när fönstren går sönder och faller ut till 100 procent.

Då temperaturökningen i det undre lagret är måttlig kommer inte denna faktor att ha någon inverkan på utrymningsmöjligheterna. Det undre lagrets temperatur utgör alltså inte ett begränsande kriterium. Därför redovisas inte undre lagrets temperatur via ytterligare diagram.

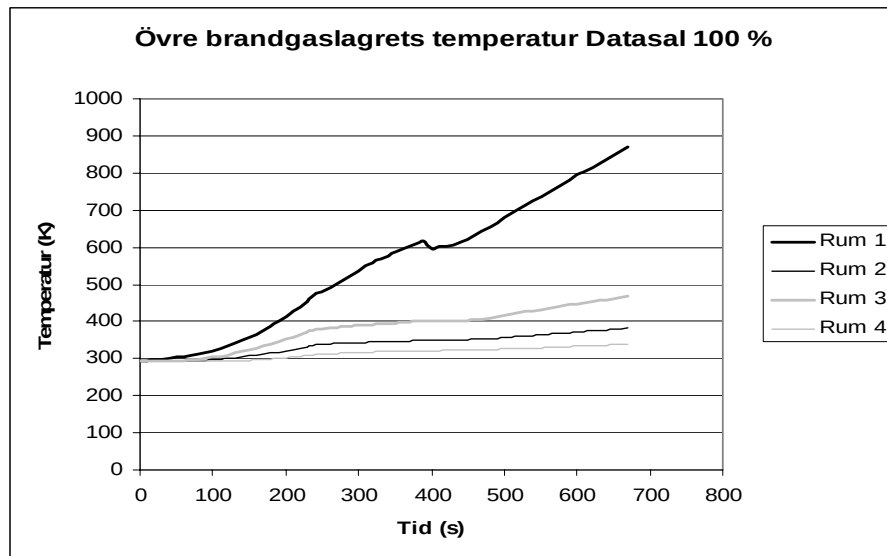


Diagram A3-6 Övre brandgaslagrets temperatur för scenariot när fönstren går sönder och faller ut till 100 procent.

Övre brandgaslagrets temperatur finns inte med som ett kriterium för utrymning men är en kvantitativ beskrivning av vilken effekt branden har på sin omgivning. Dessa diagram återges därför för att klargöra brandens inverkan på lokalerna. Strålningen mot golvet och därmed utrymmande personer återges i sifferform som den maximala strålningsnivån personer utsätts för under utrymningen.

Vid 250 sekunder, då kritiska förhållanden uppstått i alla rum, var strålningen mot golvet 1500 W/m^2 i rum 1, 135 W/m^2 i rum 2, 370 W/m^2 i rum 3 och 35 W/m^2 i rum 4.

Scenario 8, Arbetsrum/Personalrum

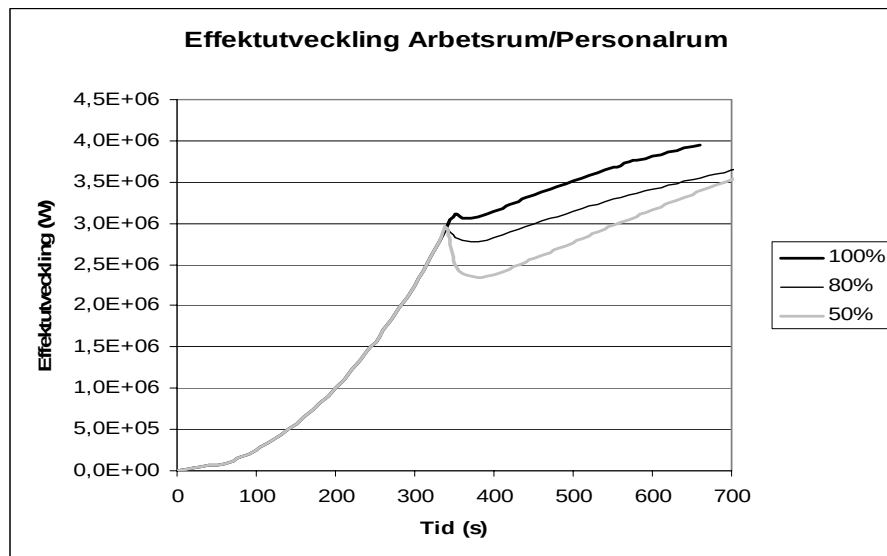


Diagram A3-7 Effektutvecklingen för de olika ventilationsförhållandena. Simuleringen avbröts vid övertändning.

Här blir också effektutvecklingen ventilationskontrollerad och hamnar under de handberäknade värdena för 80 och 100 procent. För 50 procent hamnar effektutvecklingen över den handberäknade allt enligt tidigare resonemang om effektutveckling.

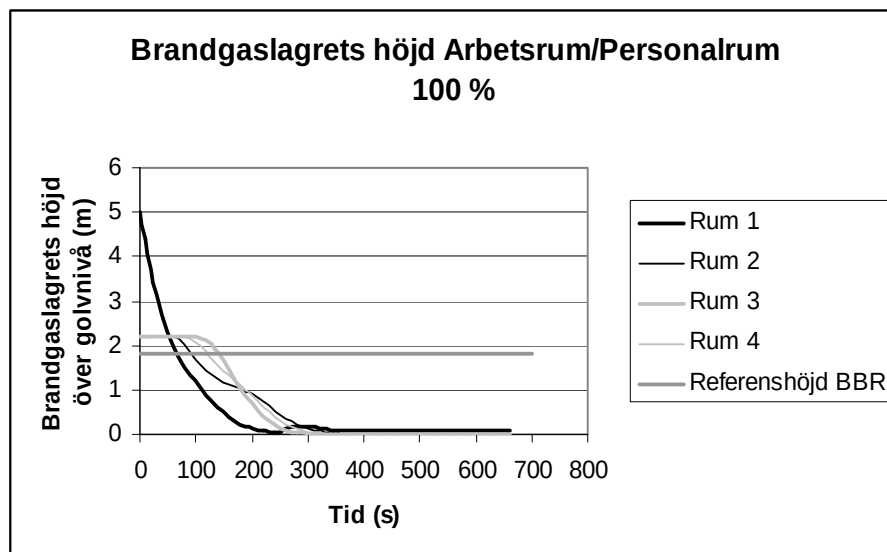


Diagram A3-8 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för scenariot när 100 procent av fönstren går sönder och faller ut.

Simuleringen visar att brandgaslagrets höjd snabbt sjunker under referensnivån för BBR och därmed överskrider BBR:s kriterier för utrymning.

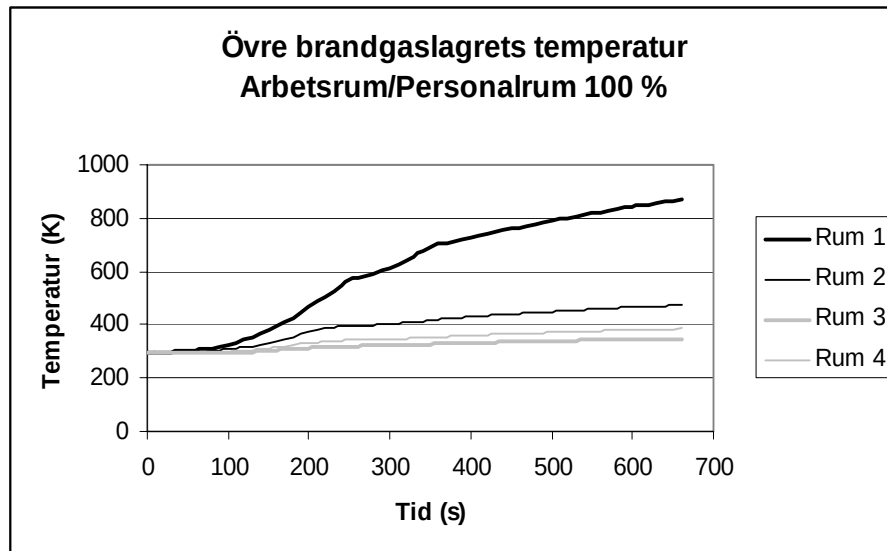


Diagram A3-9 Övre brandgaslagrets temperatur för scenariot när 100 procent av fönstren går sönder och faller ut.

Strålningen mot golvet var vid 200 sekunder, då kritiska förhållanden uppstått i alla rum, 1600 W/m^2 i rum 1, 200 W/m^2 i rum 2, 40 W/m^2 i rum 3 och 0 W/m^2 i rum 4.

Scenario 9, Cafeteria

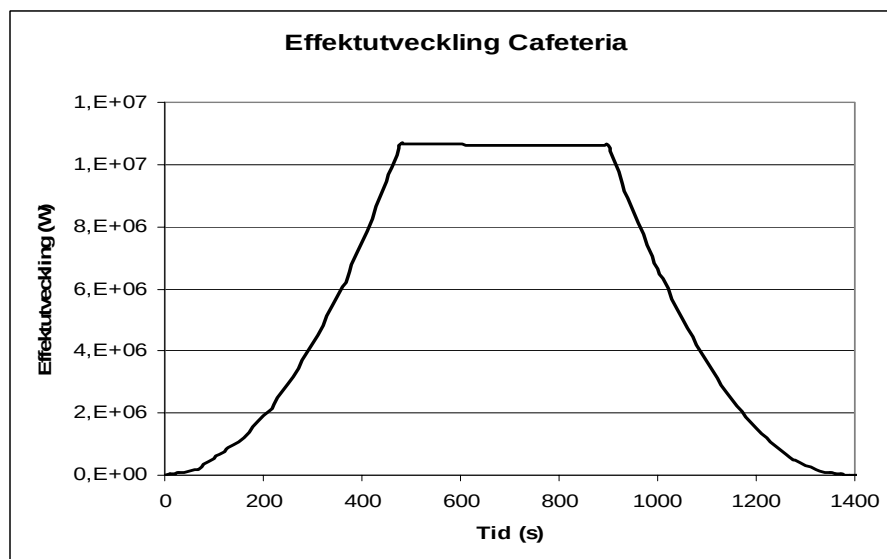


Diagram A3-10 Effektutvecklingen för Cafeterian

Här skiljer sig effektutvecklingen från de tidigare scenarierna eftersom branden aldrig blir ventilationskontrollerad. Effektutvecklingskurvan följer då den konstruerade formen både för tillväxtfasen och den maximala effektutvecklingen. Avsvlningsfasen är inte relevant för utrymning men återges för tydlighetens skull.

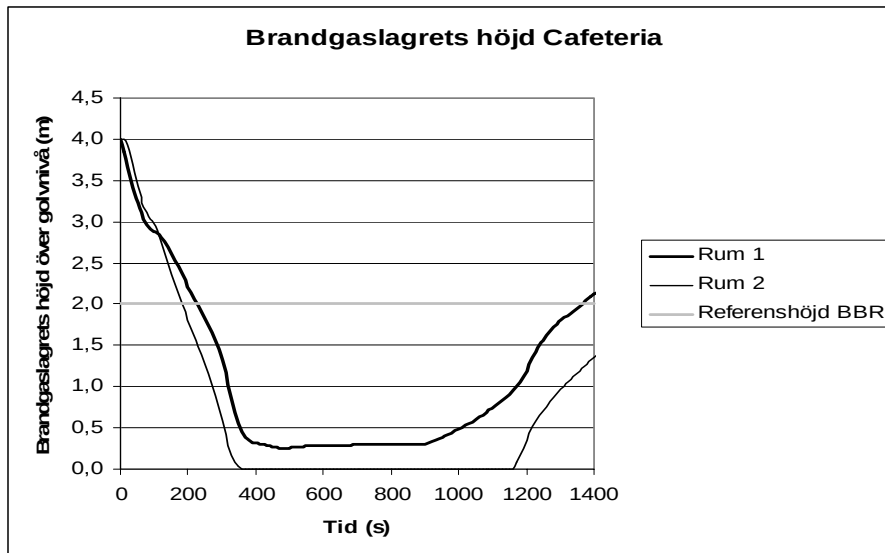


Diagram A3-11 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för Cafeterian.

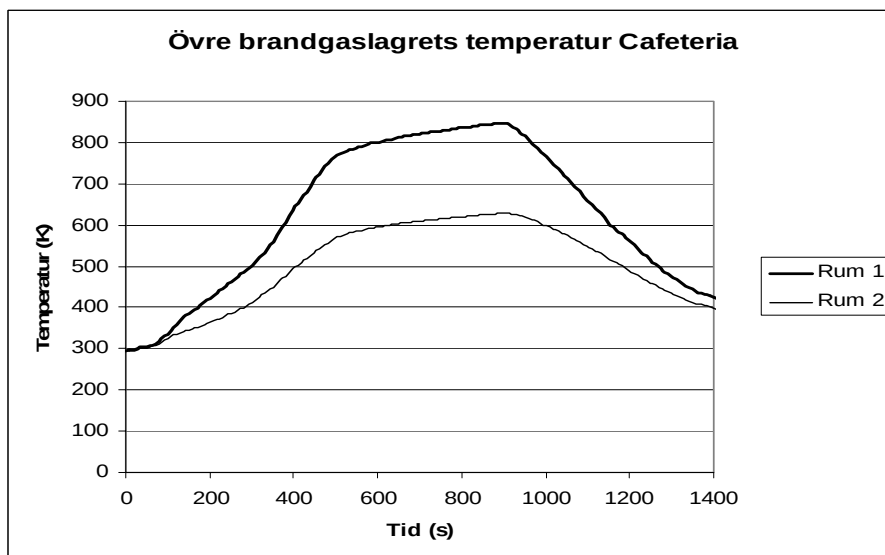


Diagram A3-12 Övre brandgaslagrets temperatur för Cafeterian

Likt de övriga scenarierna får branden en kraftig effekt på de omgivande rummen och brandgaslaget sjunker ända ner till golvet. Skillnaden mot de tidigare scenarierna är att tidsskalan är mer utdragen vilket gör resultaten något svårtolkat i förhållande till tidigare simuleringar. Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår, p.g.a. brandgaslagrets höjd, blir längre i jämförelse med övriga scenarier.

Strålningen i de bägge rummen var vid 230 sekunder, då kritiska förhållanden uppstått i alla rum, 840 W/m^2 i Rum 1 och 350 W/m^2 i rum 2

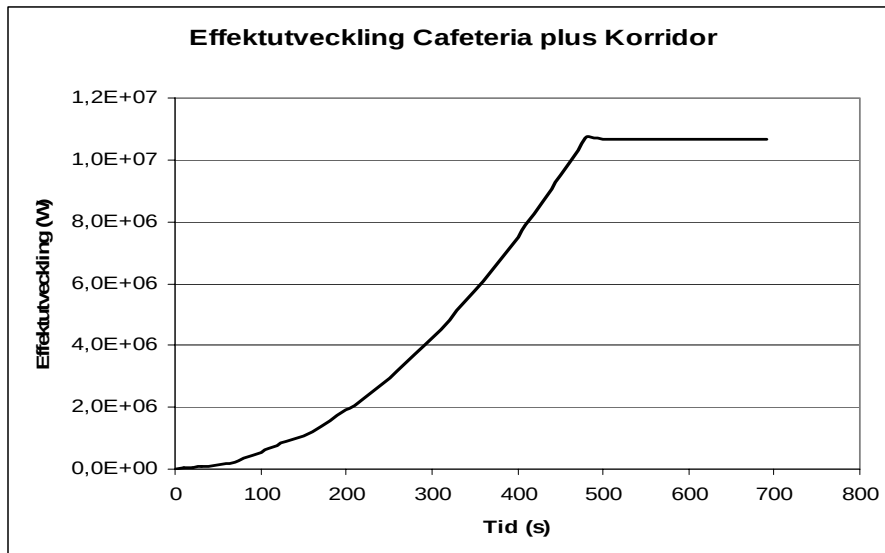


Diagram A3-13 Effektutvecklingen för Cafeterian när dörren till huvudkorridoren lämnats öppen.

Den här simuleringen fick avbrytas efter 680 sekunder då programmet vägrade att fortsätta simuleringen trots upprepade försök. Detta ansågs dock inte vara något problem eftersom tiden efter detta ändå är oväsentlig ur utrymningssynpunkt. Effektutvecklingen följer den konstruerade kurvan under den tiden simuleringen pågick.

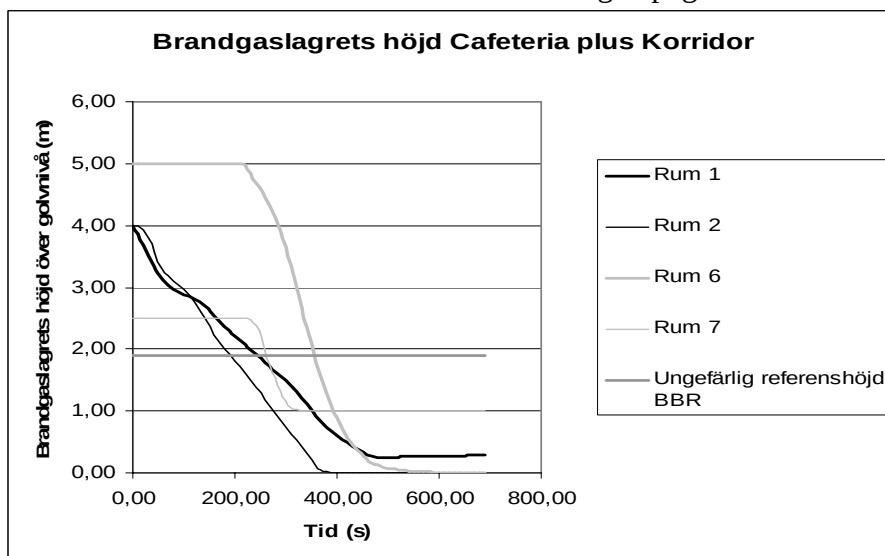


Diagram A3-14 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för Cafeterian när dörren till huvudkorridoren lämnats öppen.

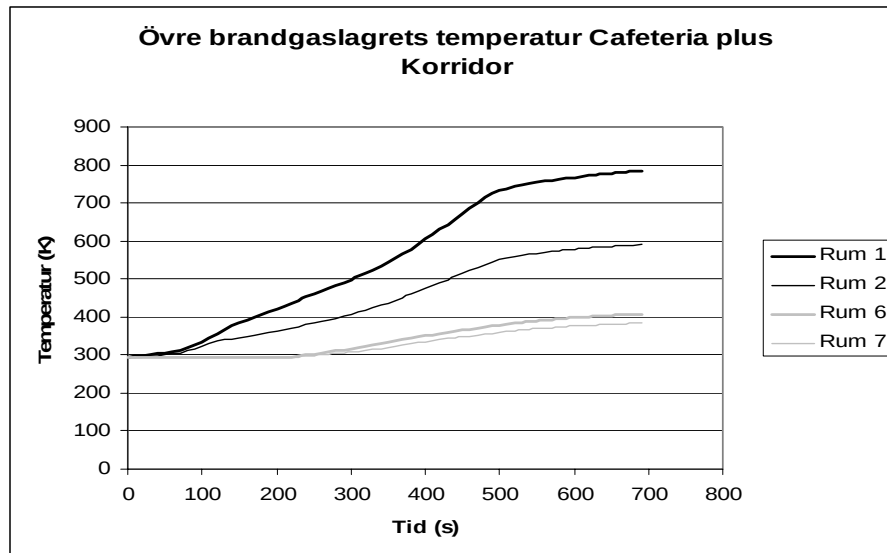


Diagram A3-14 Övre brandgaslagrets temperatur för Cafeterian

Temperaturen i det övre brandgaslagret för rum 6 och 7 är låg för den del av tidsskalan som används för utrymning vilket stärker påståendet om att en klar skiktning inte kommer att ske av brandgaslagren i huvudkorridoren.

Strålningen mot golvet var efter 300 sekunder, då kritiska förhållanden uppstått i alla rum, 1500 W/m^2 i rum 1, 700 W/m^2 i Rum 2 och 70 W/m^2 i rum 6 och rum 7

APPENDIX 4 - SAMMANSTÄLLNING SIMULERINGAR I SIMULEX

Hela skolan

Number of Floors = 2
Number of Staircases = 3
Number of Exits = 8
Number of Links = 6
Number of People = 723

3,5,7 (DXF file: hus 3,5,7.dxf) (Size: 111.295,49.751 metres)

Number of People Initially in This Floor = 485

Link 1 : (14.80,9.60 m), -90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to trapp 1
Link 3 : (47.60,9.80 m), -90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to trapp 2
Link 5 : (80.60,9.60 m), -90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to trapp 3
utgång 6 : (27.45,37.20 m), -90.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 7 : (60.65,37.30 m), -90.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 8 : (68.05,37.35 m), -90.00 degrees, 1.10 m wide

2,4,6 (DXF file: hus 2,4,6 fön...dxf) (Size: 116.807,48.823 metres)

Number of People Initially in This Floor = 238

Link 2 : (19.75,36.10 m), 154.89 degrees, 2.00 m wide, connected to trapp 1
Link 4 : (53.60,36.10 m), 153.43 degrees, 2.00 m wide, connected to trapp 2
Link 6 : (87.00,36.10 m), 154.06 degrees, 2.00 m wide, connected to trapp 3
utgång 1 : (3.30,30.65 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 2 : (35.50,30.60 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 3 : (108.65,29.25 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 4 : (41.25,3.15 m), 180.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 5 : (74.13,14.00 m), 180.00 degrees, 1.00 m wide

trapp 1 (Size: 1.500,5.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

Link 1 : (0.75,5.00 m), 90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to 3,5,7
Link 2 : (0.72,0.00 m), 270.00 degrees, 2.00 m wide, connected to 2,4,6

trapp 3 (Size: 1.500,5.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

Link 5 : (0.75,5.00 m), 90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to 3,5,7
Link 6 : (0.80,0.00 m), 270.00 degrees, 2.00 m wide, connected to 2,4,6

trapp 2 (Size: 1.500,5.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

Link 3 : (0.77,5.00 m), 90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to 3,5,7
Link 4 : (0.75,0.00 m), 270.00 degrees, 2.00 m wide, connected to 2,4,6

All people reached the exit in 3:44.4.

Cafeteria

Number of Floors = 1
Number of Staircases = 0
Number of Exits = 5
Number of Links = 0
Number of People = 237

2,4,6 (DXF file: hus 2,4,6 fön...dxf) (Size: 116.807,48.823 metres)
Number of People Initially in This Floor = 237
utgång 1 : (3.30,30.65 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 2 : (35.50,30.60 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 3 : (108.65,29.25 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 4 : (41.25,3.15 m), 180.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 5 : (74.13,14.00 m), 180.00 degrees, 1.00 m wide

All people reached the exit in 2:30.8.

Datasal

Number of Floors = 1
Number of Staircases = 0
Number of Exits = 5
Number of Links = 0
Number of People = 98

2,4,6 (DXF file: hus 2,4,6 fön...dxf) (Size: 116.807,48.823 metres)
Number of People Initially in This Floor = 98
utgång 1 : (3.30,30.65 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 2 : (35.50,30.60 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 3 : (108.65,29.25 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 4 : (41.25,3.15 m), 180.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 5 : (74.13,14.00 m), 180.00 degrees, 1.00 m wide

All people reached the exit in 2:30.3.

Personalrum

Number of Floors = 1
Number of Staircases = 0
Number of Exits = 5
Number of Links = 0
Number of People = 120

2,4,6 (DXF file: hus 2,4,6 fön...dxf) (Size: 116.807,48.823 metres)
Number of People Initially in This Floor = 120
utgång 1 : (3.30,30.65 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 2 : (35.50,30.60 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 3 : (108.65,29.25 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 4 : (41.25,3.15 m), 180.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 5 : (74.13,14.00 m), 180.00 degrees, 1.00 m wide

All people reached the exit in 2:26.6.

Personalrum utgång 1

Number of Floors = 1
Number of Staircases = 0

Number of Exits = 5
Number of Links = 0
Number of People = 120

2,4,6 (DXF file: hus 2,4,6 fön...dxf) (Size: 116.807,48.823 metres)

Number of People Initially in This Floor = 120

utgång 1 : (3.30,30.65 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 2 : (35.50,30.60 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 3 : (108.65,29.25 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 4 : (41.25,3.15 m), 180.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 5 : (74.13,14.00 m), 180.00 degrees, 1.00 m wide

All people reached the exit in 2:52.8.

Husdel 5

Number of Floors = 2
Number of Staircases = 3
Number of Exits = 8
Number of Links = 6
Number of People = 235

3,5,7 (DXF file: hus 3,5,7.dxf) (Size: 111.295,49.751 metres)

Number of People Initially in This Floor = 235

Link 1 : (14.80,9.60 m), -90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to trapp 1
Link 3 : (47.60,9.80 m), -90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to trapp 2
Link 5 : (80.60,9.60 m), -90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to trapp 3
utgång 6 : (27.45,37.20 m), -90.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 7 : (60.65,37.30 m), -90.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 8 : (68.05,37.35 m), -90.00 degrees, 1.10 m wide

2,4,6 (DXF file: hus 2,4,6 fön...dxf) (Size: 116.807,48.823 metres)

Number of People Initially in This Floor = 0

Link 2 : (19.75,36.10 m), 154.89 degrees, 2.00 m wide, connected to trapp 1
Link 4 : (53.60,36.10 m), 153.43 degrees, 2.00 m wide, connected to trapp 2
Link 6 : (87.00,36.10 m), 154.06 degrees, 2.00 m wide, connected to trapp 3
utgång 1 : (3.30,30.65 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 2 : (35.50,30.60 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 3 : (108.65,29.25 m), -90.00 degrees, 2.00 m wide
utgång 4 : (41.25,3.15 m), 180.00 degrees, 1.10 m wide
utgång 5 : (74.13,14.00 m), 180.00 degrees, 1.00 m wide

trapp 1 (Size: 1.500,5.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

Link 1 : (0.75,5.00 m), 90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to 3,5,7
Link 2 : (0.72,0.00 m), 270.00 degrees, 2.00 m wide, connected to 2,4,6

trapp 3 (Size: 1.500,5.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

Link 5 : (0.75,5.00 m), 90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to 3,5,7
Link 6 : (0.80,0.00 m), 270.00 degrees, 2.00 m wide, connected to 2,4,6

trapp 2 (Size: 1.500,5.000 metres)

Number of People Initially in This Stair = 0

Link 3 : (0.77,5.00 m), 90.00 degrees, 1.80 m wide, connected to 3,5,7
Link 4 : (0.75,0.00 m), 270.00 degrees, 2.00 m wide, connected to 2,4,6

All people reached the exit in 3:42.8.

APPENDIX 5 - RESULTAT FRÅN KÄNSLIGHETSANALYS

För känslighetsanalysen har scenario 8, Arbetsrum/Personalrum, utvärderats med avseende på tillväxthastigheten, tid till detektion samt effekten av dörrstängare. Scenario 9, Cafeterian och huvudkorridoren, har undersökts med avseende på brandgasernas fördelning.

Resultaten från de här simuleringarna kan sedan användas för att dra slutsatser av hur viktiga olika parametrar är för effekterna av bränderna.

Arbetsrum/Personalrum 3 min

Dörren mot de angränsande mindre korridorerna hålls stängd under tre minuter istället för en minut och öppnas sedan fullt. Detta för att undersöka vad effekterna blir om branden får tillväxa till en större storlek och en större brandgasdepå får bildas innan dörren mot de angränsande korridorerna öppnas.

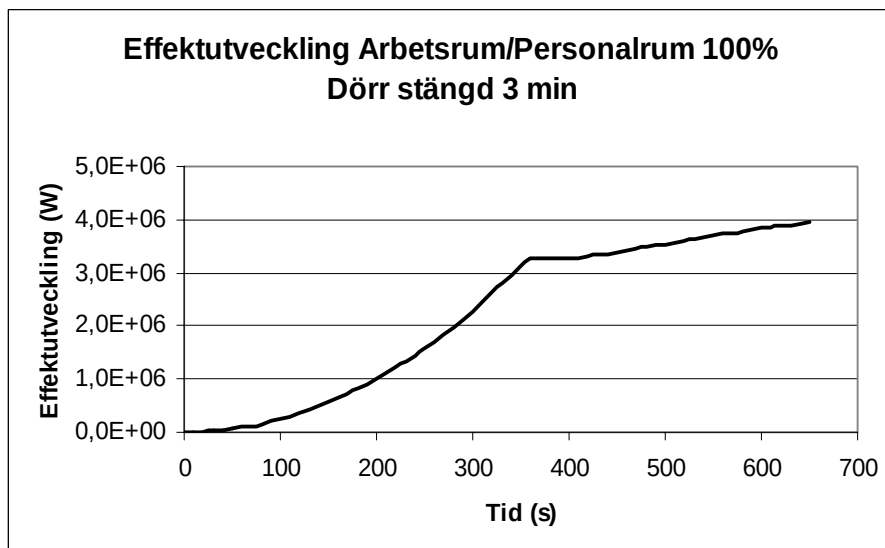


Diagram A5-1 Effektutvecklingen för 100 procents ventilation samt att tiden tills när dörren öppnas mot huvudkorridoren är förlängd till tre minuter.

Effektutvecklingen får för den här varianten ett liknande utseende som tidigare. Den följer tillväxthastigheten till en början men blir ventilationskontrollerad mellan 300-400 sekunder och börjar avta. Simuleringen avbröts som tidigare vid övertändning.

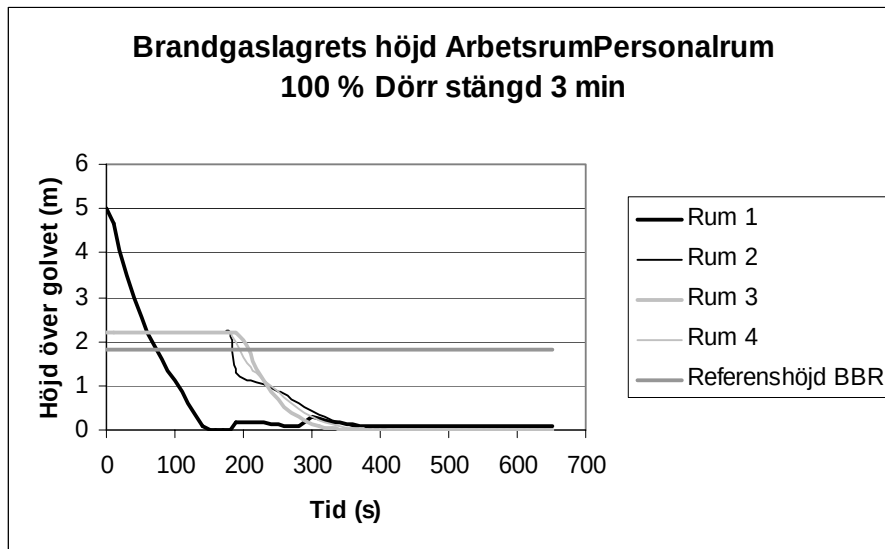
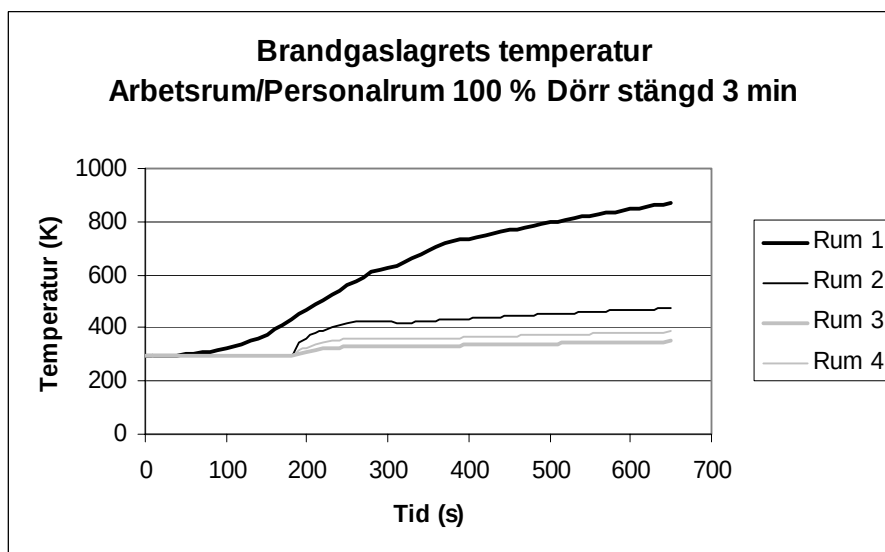


Diagram A5-2 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för Arbetsrum/Personalrum när dörren får vara stängd under tre minuter

Här kan det ses att om branden får tid att tillväxa under en längre tid blir effekterna större när dörren väl öppnas. Brandgaslagret sjunker mycket snabbt i samtliga rum och inom 20 sekunder efter det att larmet aktiverats har kritiska förhållanden uppstått i rummet och brandgaslagret kommer mycket snabbt att sjunka ner mot golvet.



Digram A5-3 Övre brandgaslagrets temperatur för Arbetsrum/Personalrum när dörren hålls stängd under tre minuter.

Här kan det ses att temperaturökningen i de mindre korridorerna blir snabb efter det att dörren mot brandrummet öppnas. Branden får på så sätt en stor inverkan på omgivningen temperaturmässigt.

Arbetsrum/Personalrum fast effektutveckling

Här ändrades effektutvecklingen från ett värde mellan medium och fast till en fast effektutveckling. Detta för att undersöka hur en snabbare brandtillväxt påverkar tiden tills kritiska förhållanden uppnåts.

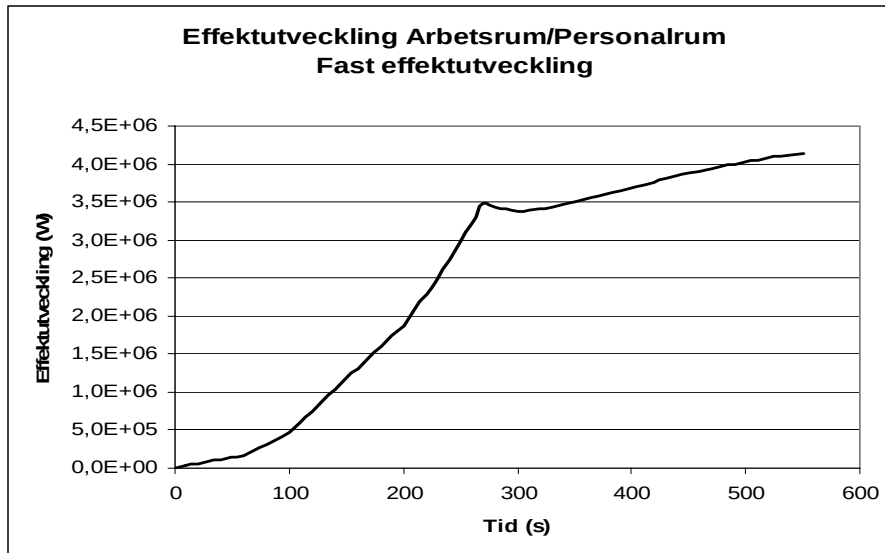


Diagram A5-4 Effektutvecklingen för 100 procents ventilation samt fast effektutveckling i Arbetsrum/Personalrum

Tillväxten går här snabbare och därmed kommer övertändningen snabbare än i tidigare simuleringar. Den slutgiltiga effektutvecklingen ligger ungefär på samma nivå som vid tidigare simuleringar.

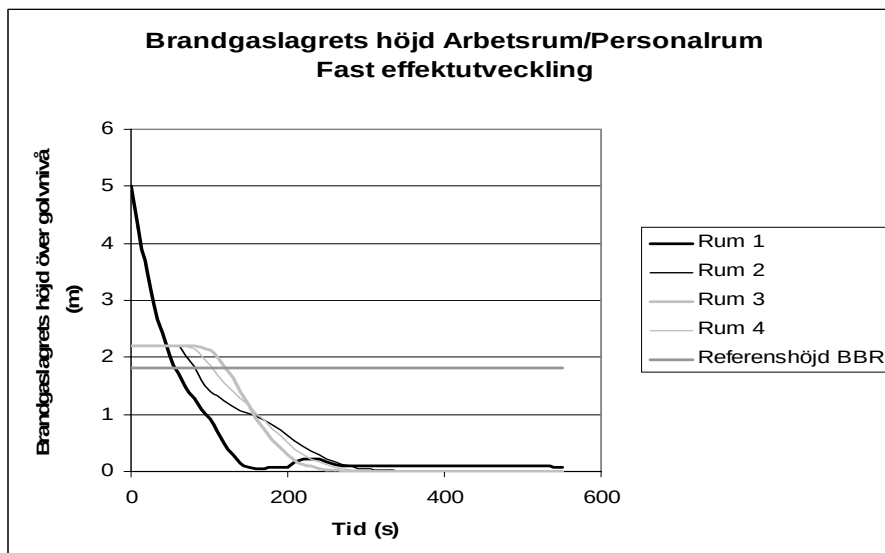


Diagram A5-5 Brandgaslagrets höjd över golvnivå för fast effektutveckling och Arbetsrum/Personalrum

Brandgaslagret sjunker här snabbare ner mot golvet än för den ursprungliga simuleringen som en följd av en snabbare effektutveckling. Kritiska förhållanden på grund av brandgaslagrets höjd nås här inom 80-120 sekunder.

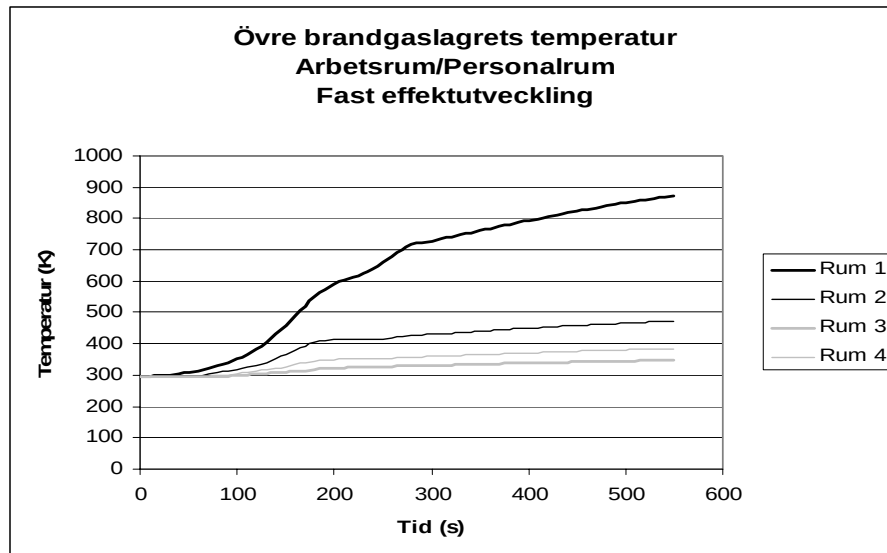


Diagram A5-7 Övre brandgaslagrets temperatur för fast effektutveckling och Arbetsrum/Personalrum.

Övertändning sker i rummet vid samma temperatur som innan, men temperaturökningen i det övre brandgaslagret går lite snabbare än den ursprungliga simuleringen.

Effekt av dörrstängare

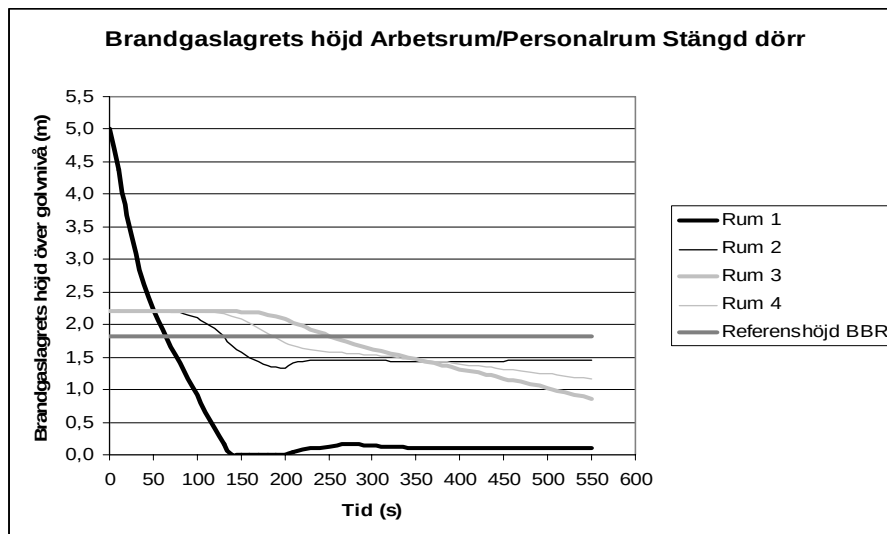


Diagram A5-8 Brandgaslagrets höjd då dörr mellan brandrum och angränsande rum är stängd.

Enligt simuleringen uppstår kritiska förhållanden efter ca 140 sekunder. Denna tid är något mindre än tiden det tar att utrymma husdelen. En betydande osäkerhetsfaktor är att det inte finns information om dörrrens otätheter. Läckaget från brandrum till angränsande rum bör inte vara större än vad som har antagits i simuleringen. Slutsatsen man kan dra av simuleringen är att dörrstängare förlänger tiden tills kritiska förhållanden uppstår i angränsande rum. Denna fördröjning av tiden gör att utrymning kommer gå lättare.

Siktberäkningar för Cafeteria med dörr öppen mot huvudkorridor

Exakt utförande av beräkningarna finns beskrivet i Appendix 2. Här återges endast resultaten.

Förutsätts fullständig omblandning och ett material innehåll på 40 procents plast och 60 procents trä i cafeterian fås en siktkurva som nedan.

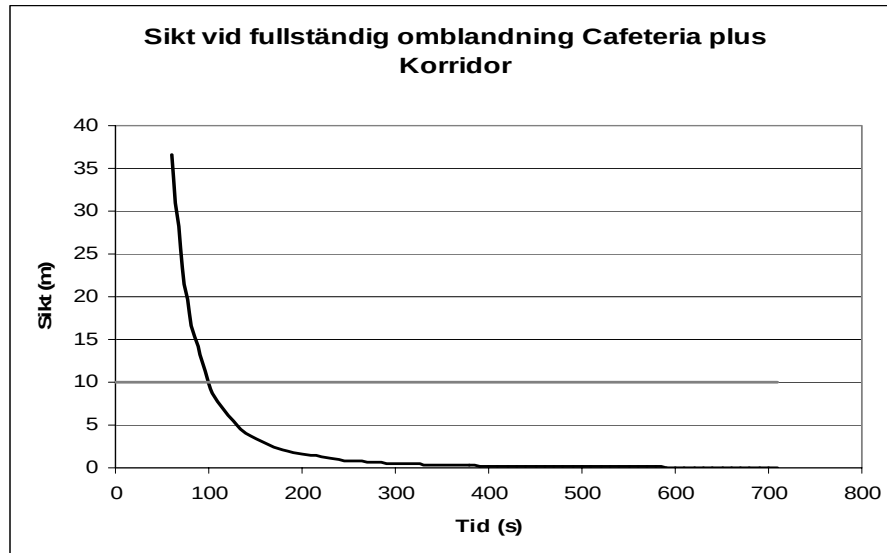


Diagram A5-9 Sikten i huvudkorridoren och cafeterians angränsande utrymmen om fullständig omblandning skulle ske.

Det kan ses att sikten sjunker ner under 10 meter vid 100 sekunder och under 5 meter vid 130 sekunder. Detta förutsätter extremfallet och tiden till kritiska förhållanden bör ligga mellan värdena från CFAST och värdena från handberäkningen.

APPENDIX 6 - BRANDSYNEPROTOKOLL



Sida 1 (4)

BESIKTNINGSPROTOKOLL

Ärendetyp 100		Händelse dnr 100.2003.00648.14207	
Ärende dnr 100.2003.00648			
Ägare Upplands-Bro kommun SBF 196 85 KUNGSÅNGEN		Innehavare Upplands-Bro Gymnasiet Box 43 196 21 Kungsängen	
Objektsnamn Upplands-Bro Gymnasiet		Objektsnummer 471	
Objektsadress Skolvägen, Kungsängen			
Fastighetsbeteckning KUNGSÅNGEN TIBBLE 1:393			
Närvarande ombud Lisbeth Granlund		Telefonnummer 581 69289	
Besiktningstyp Regelbunden ☒ Annan ☐		Avgift 3750 kr	
Besiktningsdatum 2003-10-24		Innehavarens Orgnr	
Kundens Orgnr		Ägarens Orgnr 212000-0100	

- ☒ BRANDSYN ENLIGT 15 OCH 16 §§ RÄDDNINGSTJÄNSTLAGEN
☐ TILLSYN ENLIGT 16 § OM BRANDFÄRLIGA OCH EXPLOSIVA VAROR

Bristerna bör vara åtgärdade snarast, dock senast 2003-12-31	
Besiktningsföretagare	Telefon 08 - 584 811 42
Per-Åke Lilja Funktionsansvarig	Datum 2003-10-24

BRANDKÅREN ATTUNDA
Pommernvägen 1, 192 70 Sollentuna
Tel: 08-59469600 • Fax: 08-96 39 48 • Orgnummer: 222000-0976
www.brandkaren-attunda.se
Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järfälla • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby

ANSVARSFÖRHÅLLANDEN

Ansvaret att vidta förebyggande åtgärder för att hindra brands uppkomst och spridning faller direkt på ägaren eller innehavaren av en byggnad eller en anläggning. Sådana åtgärder skall enligt lagstiftningen ske på dennes eget initiativ.

Räddningstjänstlagen
Arbetsmiljölagen
Plan- och Bygglagen
Lagen om brandfarliga och explosiva varor

OBS!

Brandsyn genomförs endast med stöd av räddningstjänstlagen.

De enligt räddningstjänstlagen ställda kraven samt rekommendationer numreras i protokollet.

Förslagna åtgärder skall vidtas och bifogat svars-kort skall vara Brandkåren Attunda tillhanda senast det datum som anges på protokollets framsida.

Avsnittet i kursiv stil ovan är en kort sammanfattning av hur olika lagar reglerar ansvarsförhållandena inom området brand och andra olyckor. För att ägaren/innehavaren skall kunna ta sitt ansvar måste det finnas en organisation som möjliggör och underlättar arbetet. Åtgärder som syftar till att förhindra brands uppkomst och minska dess skadeverkningar måste ingå som en naturlig del i den dagliga verksamheten. En stor del av arbetet handlar om internkontroll som utformas med utgångspunkt från vilken typ av verksamhet som bedrivs. *Kontinuitet* är nyckelord som måste genomsyra det olycksförebyggande arbetet.

Vid sidan om internkontrollen måste det finnas en fungerande organisation i händelse av brand. Alla som arbetar inom företaget måste veta vilka risker som finns, hur var och en skall agera samt hur det välkända handlingsmönstret RÄDDA-LARMA-SLÄCK skall omsättas i praktiken.

Räddningstjänstens brandsyn är ingen garanti för ett gott brandskydd, utan endast ett tillfälle för diskussion och stickprovskontroll. Räddningstjänsten har inget ansvar för byggnadens brandskydd, utan det faller helt på ägare/innehavare.

ÅTGÄRDER

Organisation INNAN brand/olycka

Systematiskt brandskyddsarbete (Räddningsverket 2001:2)

Det går ofta inte att värdera brandskyddet hos ett objekt med utgångspunkt i de enskilda brandskyddsåtgärderna. Det krävs en helhetssyn och därför är det av mycket stor vikt för brandsäkerheten att ägare och innehavare av byggnader och andra anläggningar har kunskap om sitt brandskydd, hur vidtagna brandskyddsåtgärder samverkar och hur de bidrar till att minska riskerna. Enstaka kontroller av hur utförda brandskyddsåtgärder fungerar ger inte besked om hur brandskyddet fungerar mellan kontrollerna. Ett gott brandskyddsarbete behöver därför bedrivas systematiskt och kontinuerligt och baseras på kännedom om vilka brandrisker som finns.

En handlingsplan för införandet och tillämpning av Systematiskt Brandskyddsarbete (SBA) skall upprättas i samråd med fastighetsägaren och redovisas i det svars-kort som bifogas brandsyneprotokollet

BRANDKÅREN ATTUNDA

Pommernvägen 1, 192 70 Sollentuna

Tel: 08-59469600 • Fax: 08-96 39 48 • Orgnummer: 222000-0976

www.brandkaren-attunda.se

Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järfälla • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby

Brister uppmärksammade vid stickprovskontroll

Kemisal rum 111, 112

Befintlig fast gasolinstallation får ej användas fr.om. 2003-10-24 på grund av brister i anläggningen. Huvudkranen skall vara stängd

Gasolinstallationen skall följa SÄIS anvisningar 2000:5 (se bilaga)

För att möjliggöra snabb och säker utrymning av kemisalar och öka framkomligheten i kemisalarna 111,112 ska möbleringen av bänkar revideras.

Hus 9

Efter genomförd ombyggnad och förstärkning av skalskyddet i datorsalar skall följande åtgärder vidtagas för att säketställa snabb och säker utrymning av hus 9:

Ovan dörr (nödutgång) till rum 919,917 monteras vägledande markering typ genomlysta skyltar

Rum 919,917 ovan dörr till det fria (nödutgång) monteras vägledande markering typ efterlysande skylt

Nödutgång skall när personer vistas i lokalerna vara lätt öppningsbara utan nyckel eller annat verktyg

Utrymningslar/brandlarm

Befintligt utrymningslarm/ brandlarm skal funktionsprovas regelbundet 1 gg/månad internt 1 ggr/krartal via larmsändare till SOS centralen.

Genomförd funktionsprov skall antecknas i kontrolljournal

BRANDKÅREN ATTUNDA

Pommernvägen 1, 192 70 Sollentuna

Tel: 08-59469600 • Fax: 08-96 39 48 • Orgnummer: 222000-0976

www.brandkaren-attunda.se

Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järfälla • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby

SVARSKORT

Objektsnr: Upplands-Bro Gymnasiet		Objektsnummer: 471
Fastighetsbeteckning: KUNGSÅNGEN TIBBLE 1:393		
Namn, telefon: Per-Åke Lilja 08 - 584 811 42	Ärende nr: 100.2003.00648	Händelse nr: 100.2003.00648.14207

Härmed intygas att punkterna i besiktningsprotokollet är åtgärdade.

Namnteckning:	
Namstyrtydande:	Datum:

Svarskortet skall ifyllas av ägarens/innehavarens representant och returneras till brandförsvaret senast 2003-12-31

Erhålles inget svar kommer efterkontroll att ske.

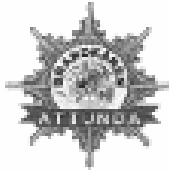
BRANDKÅREN ATTUNDA

Pommernvägen 1, 192 70 Sollentuna

Tel: 08-59469600 • Fax: 08-96 39 48 • Orgnummer: 222000-0976

www.brandkaren-attunda.se

Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järfälla • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby



BESIKTNINGSPROTOKOLL

Ärendetyp: 100		Antal Sidor: 2:a	
Ärende nr: 100.2001.00608		Hälsöke nr: 100.2001.00608.12063	
Ägare UPPLANDS-BRO KOMMUN SBF. 19681 KUNGSÄNGEN		Anmottare Upplands-Brogymnasiet Skolvägen 196 00 Kungsängen	
Objektsnamn Upplandsbrogymnasiet		Objektnummer 471	
Objektsadress Skolvägen, Kungsängen			
Fastighetsbeteckning KUNGSÄNGEN TIBBLE 1:393			

Närvarande ombud Lisbeth Granlund		Telefonnummer 581 88293	
Besiktningstyp Regelbunden ☒ Annan ☐		Besiktningdatum 2001-08-18	
Kundens Ögnr		Ägarens Ögnr 212000-0100	
		Anmottarens Ögnr	

☒ BRANDSYN ENLIGT 15 OCH 16 §§ RÄDDNINGSTJÄNSTLAGEN

☐ TILLSYN ENLIGT 16 § OM BRANDFÄRLIGA OCH EXPLOSIVA VAROR

Bristerna bör vara åtgärdade senast, dock senast 2001-11-01. Kontakta därefter brandförsvaret för efterkontroll.	
Besiktningstjänst	Telefon 08-58451142
Per-Åke Lilja Funktionsansvarig	Datum 2001-09-18

BRANDKÅREN ATTUNDA

Pommernvägen 1, 192 70 Sollentuna

Tel: 08-69469600 • Fax: 08-96 39 48 • Örgnummer: 222000-0976

Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järnåsa • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby

Ägarutlåtelse:

Vid brandsyn på Upplandsbrogymnasiet diskuterades bl a ägarens och innehavarens ansvar vad gäller att vidta förebyggande åtgärder för att hindra brand uppkomst och spridning. Räddningstjänstlagen, Arbetsmiljölagen, Plan- och Bygglagen och Lagen om brandfarliga och explosiva varor klargör alla att dessa åtgärder faller direkt på ägaren eller innehavaren av en byggnad eller en anläggning. Sådana åtgärder skall enligt lagstiftningen ske på dennes eget initiativ.

Vid kommande brandsyner kommer stor vikt att läggas vid att Ni redovisar hur Ni uppfyllt detta åtagande. I detta sammanhang bör det påpekas att brandsyner är en stickprovskontroll och att ägare och innehavare ytterst är ansvariga för brandskyddet i byggnaden eller anläggningen.

Vid brandsyner upptäcktes följande brister:

Utrymning

Vid funktionsprov av utrymningslarmet visade sig att god hörbarhet ej kunde uppfyllas i hus 9 radio och kontrollrum.

Utrymningslarm styrt av Rd och larmtryckknappar anslutna till centralenhet skall funktionsprovas regelbundet 1 ggr/månad.

Funktionsprovningar skall journalföras i kontrolljournal som förvaras i anslutning till centralapparaten

Elförsörjning av centralapparat skall vara fast anslutning (ej stickpropp)

BRANDKÅREN ATTUNDA

Pommernvägen 1, 192 70 Sollentuna

Tel: 08-59469600 • Fax: 08-86 39 48 • Orgnummer: 222000-0976

Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järfälla • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby



BESIKTNINGSPROTOKOLL

Ärendetyp: 100		Antal Sidor: 2:a	
Ärende: drnr 100 2000 00525		Händelse drnr 100 2000 00525.11253	
Agare UPPLANDS-BRO KOMMUN SBF. 19681 KUNGSÅNGEN		Innehavare Upplands-Brogymnasiet Skolvägen 196 Kungsången	
Objektetsnamn UPPLANDSBROGYMNASIET		Objektnummer 471	
Objektadress Skolvägen, Kungsången			
Fastighetsbeteckning KUNGSÅNGEN TIBBLE 1:393			
Närvarande ordnad Lisbeth Grönlund		Telefonnummer 581 69290	
Besiktningstyp Regelbunden ☒ Annan ☐		Besiktningstidpunkt 2000-10-13	
Kontroll Ögrnr 212000-0100		Avgift 3000 kr Innehavarens Ögrnr	

- ☒ BRANDSYN ENLIGT 15 OCH 16 §§ RÄDDNINGSTJÄNSTLAGEN
- ☐ TILLSYN ENLIGT 16 § OM BRANDFÄRLIGA OCH EXPLOSIVA VAROR

Bristerna bör vara åtgärdade senast, dock senast 2000-12-15 Kontakta därefter brandtillsynen för efterkontroll	
Besiktningsskötare	Telefon 08-58248181
Per-Åke Lilja Funktionsansvarig	Datum 2000-10-13

BRANDKÅREN ATTUNDA

Pommernvägen 1, 192 70 Sollentuna

Tel: 08-59469600 • Fax: 08-96 38 48 • Orgnummer: 222000-0976

Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järfälla • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby



Reg. Datum: 1999-02

BESIKTNINGSPROTOKOLL

Ärendets typ: 100	Antal Sidor: 2:a
Ärendets dir: 100.1999.00051	Händelse dir: 100.1999.00051.1568

Innehavare UPPLANDS-BRO KOMMUN SBF. 19681 KUNGSÅNGEN	Agent UPPLANDS-BRO KOMMUN SBF. 19681 KUNGSÅNGEN	Rund Upplands-Brogymnasiet Skolvägen 196 Kungsängen
Objektsnamn UPPLANDSBROGYMNASIET		Objektsnummer 471
Objektadress SKOLVÄGEN KUNGSÅNGEN		
Fastighetsbeteckning KUNGSÅNGEN TIBBLE 1:393		

Närvarande ombud Lisbeth Granlund	Telefonnummer 581 69283
Besiktningstyp Regelbunden ☒ Annan ☐	Besiktningstidpunkt 1999-09-02
	Avgift 3000 KR

☒ BRANDSYN ENLIGT 15 OCH 16 §§ RÄDDNINGSTJÄNSTLAGEN

A	UTRYMMING	B	BRANDBEGRÄNSNING	C	SLÄCKUTRUSTNING
D	BRANDTEKNISK INSTALL.	E	FÖRVARINGS-RISKEN	F	ÖVNING KONTROLL

☐ TILLSYN ENLIGT 16 § OM BRANDFÄRLIGA OCH EXPLOSIVA VAROR

G	TILLSTÄND	H	FÖRESTÄNDARE	I	INSTRUKTIONER
J	KLASSNINGSPÅN	K	ALLMÄNT	L	HÄNTERING
M	UNDANTAG FRÅN FÖRBUD MOT ÖPPEN ELD M M				

Bristerna bör vara åtgärdade senast, dock senast 1999-12-31 Kontakta därefter brandförsvaret för efterkontroll	
Besiktningsskriftare Per-Åke Lilja	Telefon 08 582 48181
Per-Åke Lilja	Datum 1999-09-02

BRANDKÄREN ATTUNDA

Pommernvägen 1, 192 70 Sollenbuna
Tel: 08-92 73 30 + Fax: 08-96 39 48 + Orgnummer: 222000-0976
Gemensam räddningstjänst för fyra kommuner: Järfälla • Sollentuna • Upplands Bro • Upplands Väsby

