

Brandteknisk riskvärdering av Hagalidskolan

Rapport: 9375
2010

Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lund



Göran Edvardsson
Åsa Gelotte
Robin Palmgren
Daniel Stepanovic
Rutger Thuresson



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Brandteknisk riskvärdering av Hagalidskolan, Staffanstorp

Göran Edvardsson
Åsa Gelotte
Robin Palmgren
Daniel Stepanovic
Rutger Thuresson

Lund 2010

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.

Avdelning för Brandteknik och Riskhantering

Lunds Tekniska Högskola

Box 118

221 00 Lund

Telefon: 046-222 73 00

Hemsida: www.brand.lth.se

E-postadress: brand@brand.lth.se

Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety

Faculty of Engineering

Box 118

S-221 00 Lund, SWEDEN

Telephone: +46 46 222 73 00

Webiste: www.brand.lth.se

E-mail: brand@brand.lth.se

Rapport

9375

Titel/title

Brandteknisk riskvärdering av Hagalidskolan, Staffanstorp

Fire Safety Evaluation of Hagalidskolan, Staffanstorp

Av/by

Göran Edvardsson

Åsa Gelotte

Robin Palmgren

Daniel Stepanovic

Rutger Thuresson

Brandingenjörsprogrammet, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2010

Fire Safety Engineering Program, Lund Institute of Technology, 2010

© Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2010

Omslagsfoto/cover photo:

Daniel Stepanovic

Abstract

The purpose of this report is to evaluate the current fire hazard and evacuation safety in one of Staffanstorps elementary schools, Hagalidskolan. The report is written as a part of the educational program in Fire and Safety Engineering at Lund University. Evacuation and human safety is the main focus and therefore damage that affects structural stability and property damage is not evaluated in this investigation. The elementary was built in 1978 and currently there are approximately 450 students in grades 6-9, and about 60 people in the staff. Because of the sheer size of the building the investigation is limited to the auditorium, the neighboring classrooms and the intermediate corridor that is used for evacuation. These areas were chosen because they represent the largest fire hazards in the school. After evaluation of the evacuation safety in the two selected scenarios a number of improvements were suggested to reduce potential fire hazards.

Nyckelord

Brandteknisk riskvärdering, Staffanstorp, Hagalidskolan, personsäkerhet, utrymning, skolbrand, kritiska förhållanden, scenarier, brandsimulering, tvåzon, Simulex, Argos, Detact, FDS.

Keywords

Fire safety evaluation. Staffanstorp, Hagalidschool, human safety, evacuation, school fires, critical conditions, scenarios, fire simulation, two-zone, Simulex, Argos, Detact, FDS.

Språk/language

Svenska/swedish

Tack till

Författarna vill tacka följande personer för handledning och hjälp i samband med arbetet av denna rapport:

Nils Johansson, Doktorand, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.
För god handledning under arbetets gång.

Michael Marklund, Stf Räddningschef, Räddningstjänsten Lomma Staffanstorp.
För engagemang och svar på alla frågor vid platsbesök

Nils Persson, Brandinspektör, Räddningstjänsten Lomma Staffanstorp.
För engagemang och svar på frågor vid platsbesök.

Gert-Ingyar Karlsson, Rektor, Hagalidskolan
För svar på frågor om skolan och dess rutiner samt organiserandet av våra platsbesök.

Johan Splittorff, Driftledare, Staffanstorps hus AB
För hjälp med dokumentation av Hagalidskolan.

Jan-Åke Persson, Driftledare, Staffanstorps hus AB
För svar på alla frågor vid platsbesök.

Lars Jensen, Professor Installationsteknik, Institutionen för byggande och arkitektur, LTH.
För hjälp med ventilationsproblem.

Robert Jönsson, Avdelningschef, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.
För att ha varit ett bra bollplank.

Daniel Nilsson, Biträdande universitetslektor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.
För hjälp med laborationsförsök.

Sven-Ingyar Granemark, Forskningsingenjör, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.
För hjälp med laborationsförsök.

Patrick Van Hees, Professor i Brandteknik, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH.
För hjälp med FDS.

Matthias Diego, Ventisol Brandventilatorer AB.
För svar på frågor om brandgasluckorna samt testmaterial.

Michael Mikkelsen, Skolvaktmästare, Hagalidskolan.
För guidning, i skolan och på taket, och svar på alla frågor vid platsbesök.

Bjerne Persson, Skolvaktmästare, Hagalidskolan.
För guidning och svar på alla frågor vid platsbesök.

Pågens giffjar, Till tre fikar, Datasalen, LTH
För humörhöjare, kompishöjare och motivationshöjare. Vi ser fram emot nya smaken kardemumma...

Sammanfattning

Denna rapport är skriven som en del i kursen Brandteknisk Riskvärdering av studenter på brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Syftet är att utvärdera brandskyddet och personsäkerheten vid utrymning av Hagalidskolan i Staffanstorp.

På grund av skolans storlek har riskvärderingen avgränsats till aulan, de närmaste klassrummen samt de korridorer genom vilka dessa lokaler utrymmer. Detta område valdes då det är mest intressant ur utrymningsperspektiv. Aulan har 241 sittplatser samt en scen. Förutom skolans egen verksamhet hyrs aulan även ut till bland annat företag, kommunen och gästspelande teatergrupper. Skolan är byggd 1978 och har sedan dess byggts till i olika omgångar, senast 2005 när köket byggdes till. För närvarande studerar där cirka 450 elever i årskurserna 6-9. Ett 60-tal personer arbetar på skolan. Den är byggd i ett plan och alla lokaler är sammanhängande. Ägare och förvaltare är Staffanstorps Kommunfastighet AB.

Skolan klassas i rapporten som en Br2-byggnad enligt Boverkets byggregler då den bland annat har en samlingslokal i markplan. Brandcellsindelningen är av typ B30 vilket är en äldre beteckning och kan sägas motsvara dagens E30-standard. Rökdetektorer finns placerade i korridorer, aulan och vissa gemensamma utrymnen. Klassrum och toaletter saknar rökdetektorer. Detektorerna i aulan kan stängas av med en timer. Därefter kan larmet endast aktiveras genom manuella larmknappar som finns utanför rektorns expedition och i vaktmästeriet. Brandlarmet är kopplat till räddningstjänsten och utrymningslarmet aktiveras samtidigt som brandlarmet. I skolan finns handbrandsläckare och inomhusbrandposter i korridorerna utanför aulan. Branddörrar med automatisk stängningsfunktion finns i korridorerna. Två brandgasluckor finns i taket ovanför scenen i aulan. Vid det första platsbesöket noterades ett flertal brister i brandskyddet, bland annat avsaknad av brandskyddsdokumentation, branddörrar som inte stängdes samt oskyttade och blockerade utrymningsvägar. Skolan har arbetat fram en bra handlingsplan vid utrymning som är inövad hos personalen.

Flera brandscenarier har tagits fram och analyserats. Två scenarier som anses resultera i de största konsekvenserna för utrymnings säkerheten har sedan analyserats vidare. De två valda scenarierna är en brand som startar på scenen i aulan samt en brand i ett bokförråd.

Simuleringar i Argos, Simulex och FDS samt handberäkningar har sedan genomförts för att utvärdera det befintliga brandskyddet. Utifrån dessa resultat har förslag till åtgärder tagits fram. Vid kvantitativa åtgärder har nya simuleringar genomförts och åtgärderna har sedan utvärderats för att säkerställa att de ger ett skäligen brandskydd. Åtgärder som föreslagits är bland annat:

Allmänna åtgärder

- Funktionskontroll och reparation av samtliga branddörrar och dörrstängare *skall* utföras.
- Fasta stegar som leder upp på taket *skall* monteras mot fasaden i samtliga ljusgårdar.
- Dolda utrymnings skyltar *skall* flyttas så de syns tydligt från hela lokalen.
- Brandskyddsdocumentation samt ventilationsritningar *skall* upprättas.
- Rökdetektorer *bör* installeras i samtliga lokaler.

För aulan

- Larmknapp för manuell aktivering av brandlarmet *skall* installeras.
- Nödbelysning *skall* installeras.
- Regelbunden service och funktionskontroll av brandgasluckorna *skall* utföras.
- Brandtillväxten *skall* begränsas genom att byta ut dekoren mot flamskyddat material.
- Ytterligare en brandgaslucka samt tilluft *bör* installeras för att ge en bättre miljö vid utrymning.

För bokförrådet

- Självstängande dörr till bokförrådet *bör* installeras.
- En handbrandsläckare *bör* finnas tillgänglig i närheten av bokförrådet.
- En rökdetektor *bör* installeras i bokförrådet.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Syfte och mål.....	1
1.2 Metod.....	1
1.3 Avgränsningar.....	1
2. Objektsbeskrivning.....	5
2.1 Hagalidskolan.....	5
2.2 Aulan.....	7
2.3 Korridorer och entré.....	8
2.4 Bokförråd/övriga utrymmen.....	9
3. Befintligt brandskydd.....	11
3.1 Brandteknisk byggklass.....	11
3.1.1 Brandcellsindelning.....	11
3.2 Detektionssystem.....	11
3.2.1 Avstängningstimer för rökdetektorer i aulan.....	11
3.3 Larm.....	12
3.4 Ventilationssystem.....	12
3.5 Manuell släckutrustning.....	12
3.6 Aktiva system.....	12
3.7 Handlingsplan vid utrymning.....	12
3.8 Räddningstjänsten.....	12
3.9 Brandteknisk utvärdering.....	13
3.9.1 Utrymningsvägar.....	13
3.9.2 Aulan (samlingslokal).....	16
3.9.3 Övriga lokaler.....	17
3.10 Observerade brister vid besök.....	18
4. Teori.....	21
4.1 Kritiska förhållanden.....	21
4.2 Utrymning.....	21
4.2.1 Förenklad och analytisk dimensionering.....	21
4.2.2 Utrymningsdimensionering.....	21
4.3 Effektutveckling/ α^2 – kurvan.....	22
4.4 RTI.....	23
4.5 Datorprogram.....	23
4.5.1 Argos (version 5.3.59.341).....	23
4.5.2 FDS (version 5.3).....	24
4.5.3 Simulex (version 2009.1.0.3).....	24

4.5.4 Detact-T2 (version 1.0)	25
5. Brandscenarier	27
5.1 Möjliga scenarier.....	27
5.1.1 Brand i hemkunskapen.....	27
5.1.2 Brand i köket/elevmatsalen.....	27
5.1.3 Brand i uppehållsrummet.....	27
5.1.4 Brand i korridoren.....	27
5.1.5 Brand på toaletten	27
5.1.6 Brand i aulan	28
5.1.7 Brand i bokförrådet	28
5.1.8 Grovanalysen redovisad i tabellform	28
5.2 Utvärdering av brandscenarier	29
5.3 Val av brandscenarier	29
5.3.1 Brand i aulan	29
5.3.2 Brand i bokförrådet	30
6. Brand i aulan	33
6.1 Tid till kritiska förhållanden	33
6.1.1 Strålning.....	33
6.1.2 RTI	33
6.1.3 Detact-T2	33
6.1.4 Argos.....	34
6.1.5 FDS	35
6.1.6 Tid för utrymning.....	36
6.2 Utvärdering av befintligt brandskydd	37
7. Brand i bokförrådet	39
7.1 Tid till kritiska förhållanden	39
7.1.1 Argos.....	39
7.1.2 FDS	41
7.1.3 Tid för utrymning.....	42
7.2 Utvärdering av befintligt brandskydd	44
8. Diskussion och slutsats av resultaten.....	47
8.1 Diskussion: aulan	47
8.2 Slutsats: aulan.....	48
8.3 Diskussion: bokförrådet.....	48
8.4 Slutsats: bokförrådet.....	49

9. Åtgärder.....	51
9.1 Allmänna åtgärder.....	51
9.2 Aulan: åtgärder.....	51
9.3 Aulan: validering av åtgärder.....	52
9.4 Bokförrådet: åtgärder.....	53
9.5 Bokförrådet: validering av åtgärder.....	54
Referenser.....	55
Figurförteckning.....	57
Tabellförteckning.....	61
Nomenklatur.....	63
Bilagor för beräkningar och simuleringar av befintligt brandskydd [A].....	65
Bilaga A1.....	67
Bilaga A2.....	71
Bilaga A3.....	73
Bilaga A4.....	75
Bilaga A5.....	81
Bilaga A6.....	91
Bilaga A7.....	93
Bilaga A8.....	103
Bilagor för simuleringar med föreslagna åtgärder [B].....	109
Bilaga B1.....	111
Övriga bilagor [C].....	113
Bilaga C1.....	115
Bilaga C2.....	119
Bilaga C3.....	121
Bilaga C4.....	125
Bilaga C5.....	131

1. Inledning

Denna rapport är skriven som en del i kursen VBR054 Brandteknisk Riskvärdering av studenter på brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Objektet som behandlas i rapporten är Hagalidskolan, en grundskola årskurs 6-9, som ligger i Staffanstorp.

1.1 Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att utvärdera brandskyddet och personsäkerheten vid utrymning från Hagalidskolans lokaler.

Målet med rapporten är att studenterna ska få använda erfarenheter från tidigare kurser samt att utveckla sina färdigheter i problemlösning och informationssökning.

1.2 Metod

Följande avsnitt ger en beskrivning av hur rapporten arbetades fram i kronologisk ordning.

Arbetet med rapporten inleddes med ett platsbesök på Hagalidskolan i Staffanstorp. Besöket hade förberetts genom att i förväg studera tillgängliga ritningar över skolan, väsentliga byggregler för skolan samt utforma en enkätundersökning som delades ut till skolans personal. Med det som grund började arbetet med att kartlägga och utvärdera det befintliga brand- och utrymningsskyddet i skolan. Detta användes sedan för att identifiera troliga brandscenarier. En grovanalys av brandscenarierna resulterade i att två brandscenarier, *brand i aulan* och *brand i bokförråd*, valdes ut för vidare analys och nya avgränsningar gjordes i byggnaden.

Simuleringar av respektive brandförlopp utfördes både i Argos och i FDS för att få fram tid till kritiska förhållanden. Ingående data arbetades fram med handberäkningar, empiriska försök i brandlaboratoriet och simulering i Detact. Parallellt användes Simulex för att bestämma personers förflyttningstid i respektive scenario som tillsammans med en uppskattad varseblivnings- och förberedelsestid ger den totala utrymningstiden av lokalen. Tiden till kritiska förhållanden jämfördes med den totala utrymningstiden och resultatet av detta ger säkerhetsmarginalen. Ett krav på åtminstone 30 sekunders säkerhetsmarginal sattes för de dimensionerande bränderna. För att kontrollera hur antaganden och ingående data påverkade slutresultatet utfördes känslighetsanalyser för respektive simuleringsprogram och beräkningar. Resultaten av känslighetsanalysen tas sedan upp i diskussion och slutsats för att utvärdera svagheter i resultaten.

Slutligen ges förslag på åtgärder och förändringar som kan förbättra brand- och utrymningsskyddet i byggnaden. Åtgärderna delas upp i allmänna och specifika för respektive brandscenario och kan bestå av byggnads- och brandtekniska eller organisatoriska förbättringar. Varje åtgärdsförslag valideras var för sig och jämförs mot det nuvarande brandskyddet.

1.3 Avgränsningar

Arbetet har avgränsats till aulan och de omgivande klassrummen som utrymmer till två centrala korridorer som leder till utrymningsvägarna. I aulan får maximalt 241 personer befinna sig. Längs med korridoren finns angränsande klassrum där det kan vistas upp till 30 personer i varje, totalt 150 personer. I samma korridor finns en angränsande matsal där 140 personer kan befinna sig.

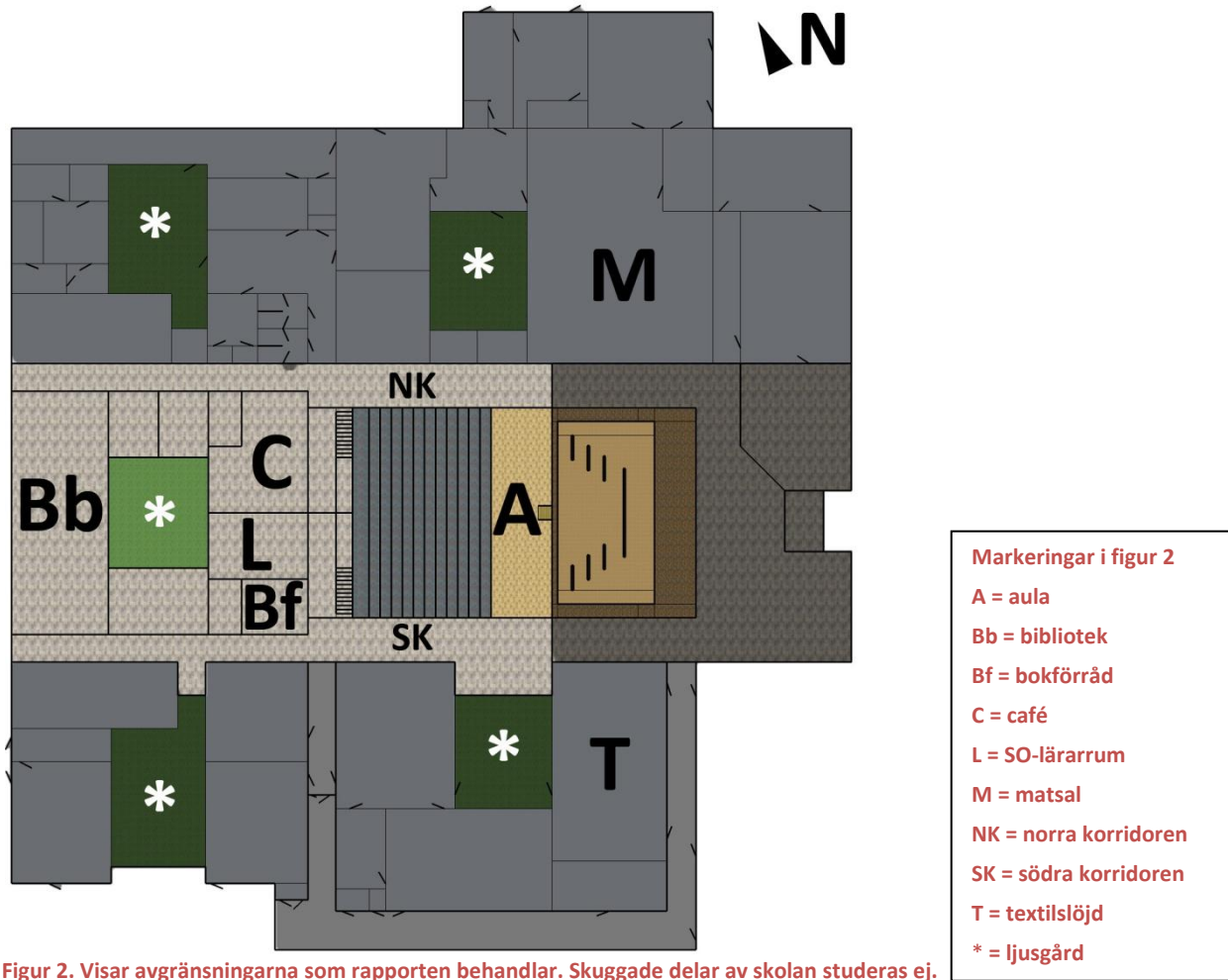
Detta arbete inriktar sig främst på personsäkerhet och fokuserar därför på det tidiga brandförloppet, det vill säga cirka 10 minuter in i brandförloppet. Byggnadens fortsatta stabilitet och bärförmåga kommer inte att utvärderas. Denna avgränsning innebär att egendomsskyddet och säkerheten för räddningstjänstens personal inte kommer att beaktas.

På grund av skolans storlek och kursens omfattning granskas inte hela objektet i denna rapport. Utvärderingen kommer inkludera de lokaler som anses kunna rymma flest personer samtidigt och då också utgöra det största hotet mot personsäkerheten vid en utrymning.

Rapporten kommer att avgränsas till aulan och de omgivande klassrummen. Dessa lokaler utrymmer till två centrala korridorer som leder till utrymningsvägarna (se Figur 1 och Figur 2). Dessa avgränsningar har valts i samråd med Stf Räddningschef Michael Marklund (Marklund, 2010).



Figur 1. Visar Hagalidskolan: översikt.



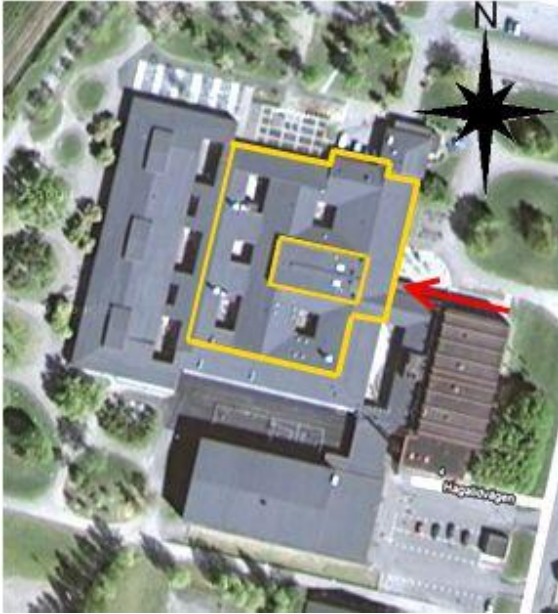
Figur 2. Visar avgränsningarna som rapporten behandlar. Skuggade delar av skolan studeras ej.

2. Objektsbeskrivning

Följande avsnitt ger en allmän beskrivning av objektet samt en mer detaljerad beskrivning av de utvalda delarna.

2.1 Hagalidskolan

Hagalidsskolan ligger i södra Staffanstorps och där studerar cirka 450 elever i årskurserna 6-9. Ett 60-tal personer arbetar i skolan, bland annat lärare, administrativ personal och skolmåltidspersonal.



Skolan byggdes år 1978 och har sedan byggts till i olika omgångar, senast 2005 när köket byggdes till. I dagsläget omfattar byggnaden drygt 11 000 m². Hagalidskolan ägs och förvaltas av Staffanstorps AB. (Staffanstorps kommun)

Hela byggnaden är i ett våningsplan med all verksamhet, till exempel idrottshallar och laborationssalar, sammanhängande med varandra (se Figur 3 och Figur 5). Direkt innanför huvudentrén (se Figur 4), mitt i byggnaden, ligger aulan och runt denna finns klassrum för olika typer av undervisning, matsal och kontorsutrymmen (se Figur 5).

Rummen är ofta sammanbyggda med så kallade ljusgårdar (se Figur 3). Skolans fläktrum är placerade på olika platser i byggnaden, bland annat på taket ovanför huvudentrén och i särskilda rum i markplan.

Figur 3. Visar ett flygfoto över Hagalidskolan med huvudentré, avgränsning och aula markerad.



Figur 4. Visar Hagalidskolans östra entré (huvudentré).



Figur 5. Visar en översiktsplan över Hagalidskolan med avgränsning.

Markeringar i figur 5

A = aula

Bb = bibliotek

Bf = bokförråd

C = café

L = SO-lärarrum

M = matsal

NK = norra korridoren

SK = södra korridoren

T = textilslöjd

* = ljusgård

2.2 Aulan

I aulan finns en scen och lokalen har plats för 241 sittande personer (se Figur 6 och Figur 7). Sittplatserna utgörs av fasta klappstolar stoppade med polyuretan och klädda i textil. Stolarna är placerade i lutning ned mot scenen. Uppfällbara skrivbord finns i anslutning till nästan alla säten. Två utrymningsdörrar är placerade på kortsidan längst bak i lokalen sett från scenen och de leder ut i två olika brandceller. Det finns även två utrymningsdörrar placerade på varsin långsida längst ned vid första stolsraden.

I taket ovanför scenen finns två brandgasluckor med måtten 1,2 x 1,9 m². De aktiveras med hjälp av smältbleck eller manuellt av räddningstjänsten. I taket i publikdelen sitter ljusramper till scenen och takbjälkar. Takhöjden i bakre delen är cirka 4,5 meter och närmast scenen cirka 7 meter. Väggarna är klädda med tegel. Scenen i aulan är upphöjd cirka en meter och har två utrymningsvägar.



Figur 6. Visar aulan sedd från scenen.



Figur 7. Visar aulan med överblick över scenen från det bakre (nordvästra) hörnet.

2.3 Korridorer och entré

Korridorernas väggar är klädda med tegel och golvet består av stenplattor. Takhöjden är cirka 3 meter och bredden är cirka 3 meter. I taket löper rör och cirka 2,5 meter upp längs med väggarna sitter lysrörsarmatur. Korridoren avgränsas med självstängande glasdörrar. Papperskorgar i plåt sitter monterade med jämna mellanrum längs korridorväggarna. På vissa ställen finns löst uppställda bänkar och bord. Ljusgårdarna gör att vissa partier av korridorernas väggar består av fönster (Figur 8). I entrén finns elevskåp av plåt samt två pingisbord. I övrigt är den utformad på samma sätt som korridorerna (Figur 9).



Figur 8. Visar en korridor med anslutning till en ljusgård.



Figur 9. Visar entrén med elevskåp och pingisbord.

2.4 Bokförråd/övriga utrymmen

I korridoren bakom aulan finns olika utrymmen, bland annat ett café, bibliotek och ett bokförråd (se Figur 10, Figur 11 och Figur 12). Angränsande lokaler är klassrum med verksamhet såsom hemkunskap, data och slöjd men även vanlig undervisning. I bokförrådet förvaras böcker och en nätverkscentral. Rummet saknar fönster vilket innebär att dörren är den enda öppningen.

I anslutning till bokförrådet finns andra utrymmen, till exempel ett café och ett bibliotek. I caféet finns soffor, bord och olika spelmaskiner. Caféet, biblioteket och de övriga utrymmena har alla fönster och dörrar ut mot en ljusgård.



Figur 10. Visar bokförrådet och nätverkscentralen.



Figur 11. Visar caféet.



Figur 12. Visar biblioteket.

3. Befintligt brandskydd

Följande avsnitt ger en beskrivning av det befintliga brandskyddet i form av aktiva och passiva system. Skolan är uppförd enligt SBN 1975 (Planverket, 1975) men då den byggdes om 2005 gäller Boverkets byggregler, BBR 2002. I rapporten jämförs skolan med BBR 2008 då den i stort är identisk med BBR 2002 (Boverket, 2008).

3.1 Brandteknisk byggklass

Skolan klassas i rapporten som en Br2-byggnad då den bland annat har en samlingslokal i markplanet (Boverket, 2008).

3.1.1 Brandcellsindelning

Brandcellsindelningen är av typ B30 (brandväggarna kan ses i Figur 13). B30 är en äldre beteckning som innebär att materialet kan ge ett visst bidrag till brandförloppet men ska vara motståndskraftig mot brandgas och flammor under 30 minuter (Planverket, 1975). Detta antas motsvara dagens E30-standard vilket betyder att väggarna skall vara täta mot brand och brandgaser i 30 minuter (Boverket, 2008).



Figur 13. Visar brandcellsindelningen som är markerad i figuren.

3.2 Detektionssystem

Detektionssystemet består av rökdetektorer vilka är placerade i korridorer, aulan och vissa gemensamma utrymmen. Rökdetektorer saknas dock i klassrummen och på toaletterna.

3.2.1 Avstängningstimer för rökdetektorer i aulan

Rökdetektorerna i aulan kan kopplas ur med en timerfunktion. Detektorerna startar inte förrän timerns tid har gått ut. Timern är placerad i ett närliggande låst rum och tillhör inte samma brandcell som aulan.

3.3 Larm

Brandlarmet är kopplat till räddningstjänsten. Utrymningslarmet startar automatiskt när brandlarmet aktiveras. I skolan finns akustiska larmdon samt ett optiskt don längst fram på scenen i aulan.

3.4 Ventilationssystem

Ventilationssystemet i Hagalidskolan har BBR 2002 som ventilationsnorm och ska därför uppfylla kraven däri. Under tiden denna rapport skrevs fanns ej ritningar över ventilationssystemet att tillgå. En bedömning av ventilationssystemets funktion vid brand var därför inte möjlig att utföra. En kvalitativ utvärdering av systemet utfördes med BBR 2002 och obligatoriska ventilationskontrollen (OVK), från februari 2009, som underlag. Enligt BBR ska luftbehandlingsinstallationer utformas så att ett tillfredsställande skydd mot spridning av brand och brandgas mellan brandceller erhålls (Boverket, 2002).

3.5 Manuell släckutrustning

Det finns handbrandsläckare utplacerade på flera ställen i skolan. Dessutom finns brandposter med brandslang i korridorerna utanför aulan.

3.6 Aktiva system

Branddörrar med automatisk stängningsanordning finns i korridorerna. Ovanför scenen i aulan finns två brandgasluckor som aktiveras med smältbleck. De har en aktiveringstemperatur på 72 °C (Diego, 2010) och ett RTI-värde på 118,5 (ms)^{1/2}. Fullständig beräkning av RTI kan ses i Bilaga A2.

3.7 Handlingsplan vid utrymning

Utrymningsplaner finns uppsatta på skolan. Skolans handlingsplan vid utrymning presenteras i Bilaga C1.

3.8 Räddningstjänsten.

Staffanstorps och Lomma kommun har tillsammans skapat ett räddningstjänstförbund som består av två deltidsstationer. Bemanningen består av så kallade "1+6"-styrkor som innebär att ett befäl tillsammans med sex brandmän kan larmas ut i en släckbil och en tankbil. Anspänningstiden för deltidsstationerna är högst fem minuter. Transporttiden till skolan från stationen i Staffanstorp samt tid till påbörjad insats bedöms uppgå till ungefär fem minuter. Detta ger en insatstid på tio minuter för den första styrkan. En förstärkningsstyrka larmas även ut i de fall då brand konstateras. Brandstationen i Lomma har samma anspänningstid men transporttiden bedöms uppgå till ungefär 15 minuter vilket ger en insatstid på 20 minuter för förstärkningsstyrkan. Det finns även ett samarbete med Räddningstjänsten Syd. Det kan förkorta tiden till det att en förstärkningsstyrka är på plats. (Persson, 2010)

3.9 Brandteknisk utvärdering

En genomgång har gjorts av de krav som ställs på en nybyggnation i brandteknisk klass Br2 (Boverket, 2008) samt om byggnaden uppfyller dessa (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005). Boverkets byggregler ger en god fingervisning om hur brandskyddet bör vara utformat för att byggnaden ska anses vara säker. I avsnitt 3.9.1 - 3.9.3 är samtliga krav som nämns från Brandskyddshandboken (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005) som i sin tur bygger på Boverkets byggregler (Boverket, 2008).

3.9.1 Utrymningsvägar

Här presenteras krav på utrymningsvägar.

Inredning, material och ytskikt i utrymningsväg

Det bör inte finnas lös inredning i utrymningsväg då detta kan försvåra utrymning samt utgöra en fara i sig själv om den börjar brinna. Dock kan det vara svårt att undvika helt beroende på utrymningsvägens vardagliga användning. Material och ytskikt ska utföras i material som ger ett försumbart bidrag till brandförloppet.

Den lösa inredningen är mycket begränsad och utgörs av bord och bänkar av behandlat trä samt enstaka papperskorgar och anslagstavlor. Material och ytskikt är obrännbara. Väggarna består av tegel, golvet av stenmaterial och taket av plåt (se Figur 14).



Figur 14. Visar inredningen i den norra korridoren.

Avskiljande från andra utrymningsvägar

Utrymningsvägar i en byggnad ska vara utformade som egna brandceller vilket utrymningsvägarna i Hagalidskolan är, enligt klass B30.

Passagemått i utrymningsväg

En utrymningsväg ska vara minst 0,9 meter bred och 2,10 meter hög. Det fria passagemåttet i en dörröppning bör vara minst 0,80 meter och karndaghöjden minst 2,10 meter. Dessa krav är uppfyllda då utrymningsvägarna är minst 2 meter breda och 3 meter höga. Det fria passagemåttet i dörröppningarna är minst 1,90 meter och karndaghöjden 2,10 meter (Figur 15).



Figur 15. Visar passagen i den norra korridoren.

Dörr i utrymningsväg

Dörr som leder till utrymningsväg ska utformas så det tydligt framgår att det är en utrymningsväg och ska vara utåtgående i utrymningsriktningen. Dessa krav uppfylls av dörrarna i byggnadens utrymningsvägar.

Gångavstånd till utrymningsväg

Då aulan är en samlingslokal får det maximala avståndet till närmaste utrymningsväg vara maximalt 30 m. Gångavståndet i aulan till närmaste utrymningsväg har beräknats enligt avsnitt 6.5 i Brandskyddshandboken (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005) med mått enligt Figur 16:

$$5 \text{ m} \cdot 2 + 7 \text{ m} = 17 \text{ m}$$

30 meter som maximalt gångavstånd har även använts för övriga lokaler i rapportens avgränsade område. Då dessa lokaler är relativt små överstiger gångavståndet inte 30 meter.

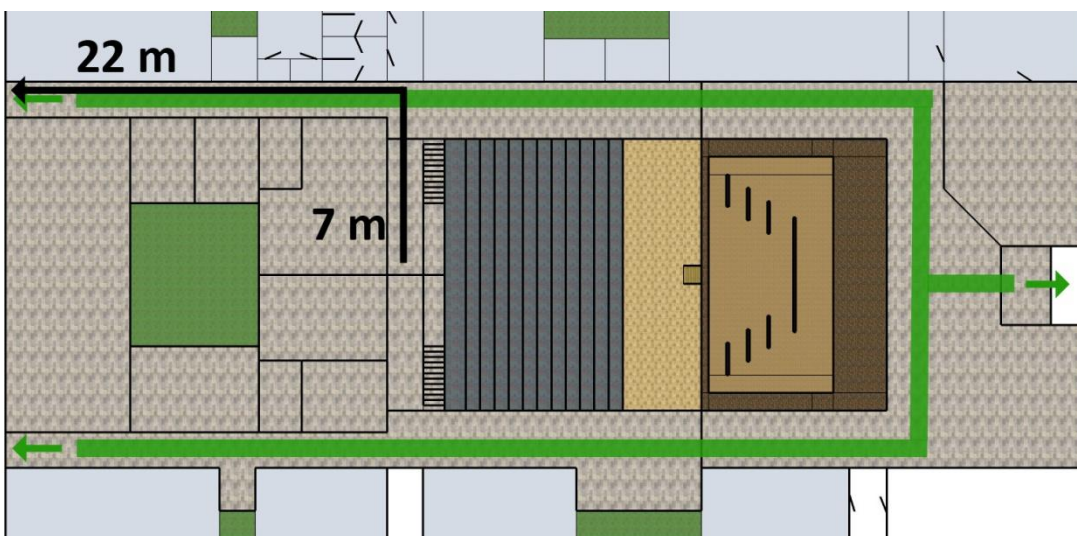


Figur 16. Visar utrymningsplan, aulan.

Gångavstånd inom utrymningsväg

Gångavståndet i en utrymningsväg till närmaste utgång som leder ut i det fria eller till annan brandcell får inte överstiga 30 meter. I detta fall är gångavståndet till annan brandcell. Avstånd har beräknats enligt avsnitt 6.6 i Brandskyddshandboken (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005) och visar att kraven på gångavstånd inom utrymningsvägen uppfylls (mått enligt Figur 17):

$$22 \text{ m} + 7 \text{ m} = 29 \text{ m}$$



Figur 17. Visar utrymningsplan, aulan.

Tillgång till utrymningsvägar:

Det ska finnas två av varandra oberoende utrymningsvägar från varje lokal vilket är uppfyllt.

Nödbelysning

Nödbelysning ska finnas i utrymningsvägar från samlingslokaler. Då korridorerna är utrymningsvägar ska det finnas nödbelysning i dessa. Nödbelysningen är dock placerad relativt högt upp på väggarna vilka med dagens byggnormer hade placerats i golvnivå med tanke på att brandgaserna stiger och kommer då skymma belysningen.

3.9.2 Aulan (samlingslokal)

Här presenteras de krav som ställs på aulan.

Ytskikt

I samlingslokaler ska väggar och tak utformas så att en brands utveckling i lokalen inte får nämnvärt bidrag från takens och väggarnas ytskikt och beklädnader. Golvbeläggningen ska vara utförd i material med måttligt benägenhet att sprida brand och utveckla brandgas.

Väggarna i aulan består av tegel med en bård av trä längst upp medan taket består av plåt. Golvmaterialet är kakelplattor medan läktaren och scenen är beklädda med plastmatta (Figur 18). Under utrymningstiden anses varken plastmattorna eller mängden trä på väggarna påverka brandförloppet. Kravet på aulans ytskikt anses vara uppfyllt.



Figur 18. Visar aulan sett från den ena främre utgången.

Dörrbredd

Dörrar som leder till utrymningsväg ska utformas så att det tydligt framgår att det är en utrymningsväg och de ska vara utåtgående i utrymningsriktningen. Dörrbredden i samlingslokaler ska vara minst 1,2 meter med en total bredd av minst 1,0 meter per 150 personer. Dessutom ska, om en dörr blockeras, den totala återstående dörrbredden vara minst 1,0 meter per 300 personer. Dessa krav uppfylls då dörrarna i aulan utgörs av två dörrar á 1,9 meter och två dörrar á 1,2 meter.

Dörröppning

Dörrar som finns i utrymningsvägen eller leder till den ska lätt kunna öppnas oavsett om den är låst eller olåst. I samlingslokaler bör panikbeslag eller lämpligt utformade utrymningsbeslag användas, det vill säga lättanvända handtag som omedelbart låser upp dörren. Detta uppfylls inte av dörrarna då panikregel saknas samt att det inte helt tydligt framgår hur hela dörren ska öppnas (Figur 19).



Figur 19. Visar en bakre utgång i aulan.

Vägledande markering

Vägledande markering ska finnas i samlingslokaler om utrymningsvägarna inte kan förväntas vara helt kända. Då aulan är lätt överblickbar anses utrymningsvägarna vara kända varpå vägledande markering, i form av vägledande pilar, inte behövs.

Utrymningsskyltar ska vara placerade så att det tydligt framgår var utrymningsvägar finns samt ovanför dörr till utrymningsväg. Detta uppfylls inte helt då utrymningsvägarna bakom scenen inte har någon utrymningsskylt. Resterande utrymningsvägar i lokalen har dock genomlysta utrymningsskyltar.

Nödbelysning

Nödbelysning ska finnas i samlingslokaler. Detta saknas i aulan.

3.9.3 Övriga lokaler

Här presenteras kraven på de övriga lokalerna.

Då övriga lokaler, exempelvis SO-lärarrummet, caféet och klassrummen, i skolan är uppbyggda av samma material som korridorerna uppfyller även de kraven som ställs.

3.10 Observerade brister vid besök

Vid besöket på Hagalidskolan den 8 februari 2010 uppmärksammades ett antal brister i brand- och utrymningskyddet för byggnaden. Dessa kontrollerades sedan vid två efterföljande besök den 19 februari och den 15 mars 2010.

Blockerade utrymningsvägar

Ett flertal utrymningsvägar var blockerade. Till exempel fanns en dörr i textilslöjdsalen som var blockerad av bland annat en vävstol och den saknade dörrhandtag (se Figur 20). Ett annat exempel var i biblioteket där en utrymningsväg var blockerad av en stor anslagstavla (se Figur 21).



Figur 20. Visar en blockerad utrymningsväg i textilslöjden.



Figur 21. Visar en blockerad utrymningsväg i biblioteket.

Ej fungerande självstängande dörrar

Under besöket kontrollerades de självstängande dörrar som finns i korridorerna för att hindra brandgaser från att spridas. Dörrar till eller i utrymningsvägar ska vara självstängande. Om en självstängande dörr förses med uppställningsanordning ska dörren stängas när det förekommer brandgaser i dess närhet (Boverket, 2008). Ingen av de testade dörrarna stängde helt (se Figur 22 och Figur 23) vilket resulterar i otätheter där brandgaser kan tränga igenom.



Figur 22. Visar dörrar i korridoren i sitt stängda läge. Brandgaserna sprids lätt genom springan. Dörrarna står i vanliga fall uppställda mot väggen med hjälp av magneter.



Figur 23. Visar en branddörr (E30-C) i sitt stängda läge. Den står i vanliga fall uppställd mot väggen med hjälp av en magnet.

Avsaknad av nödbelysning i aulan

Enligt Boverkets byggregler (Boverket, 2008) ska samlingslokaler vara försedda med nödbelysning vilket saknades i aulan.

Avsaknad av brandskyddsdocumentation

Enligt Boverkets byggregler (Boverket, 2008) ska brandskyddsdocumentation finnas upprättad. Hagalidskolan saknar brandskyddsdocumentation.

Ej markerade utrymningsvägar

Scenen i aulan har två utrymningsvägar som båda saknar utrymningsskyltar (se Figur 24). Belysta eller genomlysta skyltar ska placeras i anslutning till utgångsdörrar till och i utrymningsvägar (Boverket, 2008).



Figur 24. Visar utrymningsväg från scenen i aulan som saknar utrymningsskylt.

Otåta genomföringar

Genomföringar genom brandcellsgränser var dåligt tätade och kommer troligtvis släppa igenom brandgaser vid en brand (se Figur 25).



Figur 25. Visar dåligt tätade genomföringar.

4. Teori

Följande avsnitt innehåller teori över de metoder och modeller som används i rapporten.

4.1 Kritiska förhållanden

Med ”kritiska förhållanden” menas de förhållanden vid en brand då utrymning inte längre kan ske under acceptabla förhållanden. Det behöver inte nödvändigtvis leda till personskador eller att människor omkommer. Den tid det tar att nå kritiska förhållanden vid en brand jämförs med tiden det tar att utrymma byggnaden. När tiden för kritiska förhållanden ska bestämmas bör hänsyn tas till följande kriterier: temperatur, strålning, brandgaslagrets höjd, sikt och toxicitet. I Tabell 1 redovisas gränsvärden för kritiska förhållanden (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005). Argos anger medeltemperaturen i brandrummet och det är denna temperatur som använts i rapporten istället för lufttemperaturen då det ger konservativa värden.

Tabell 1. Maximala värden för att definiera kritiska förhållanden.

Orsak	Gränsvärde
Temperatur	Maximalt 80 °C lufttemperatur
Strålning	Maximal strålningsintensitet på 2,5 kW/m ² . Kortvarig exponering upp till 10 kW/m ² . Personer under utrymning bör totalt utsättas för maximalt 60 kJ/m ² utöver energi från en strålning på 1 kW/m ² .
Brandgaslagrets höjd	Bör lägst ligga på höjden 1,6 + 0,1 · H meter från den nivå där människor vistas. H är rumshöjden
Sikt	Minst 10 meter i utrymningsvägar och samlingslokal.
Toxicitet	Dessa halter ger en miljö för säker utrymning: CO < 2000 ppm CO ₂ < 5 % O ₂ > 15 %

4.2 Utrymning

Kravet enligt BBR är att ”Byggnader ska utformas så att tillfredsställande utrymning kan ske vid brand”. Med tillfredsställande utrymning menas att samtliga personer i byggnaden ska, i händelse av brand, hinna utrymma eller förflyttas till en säker flyktplats innan kritiska förhållanden uppstår (Boverket, 2008).

4.2.1 Förenklad och analytisk dimensionering

Det finns två metoder för att dimensionera brandskydd och visa att säker utrymning kan ske. Den ena är förenklad dimensionering och den andra är analytisk dimensionering.

Förenklad dimensionering

Vid en förenklad dimensionering följs de krav och råd som finns i Boverkets byggregler. De krav och föreskrifter som finns måste följas och avsteg från dessa är inte möjliga.

Analytisk dimensionering

En analytisk dimensionering kan användas då till exempel Boverkets byggregler inte bedöms som lämpliga. Ett större krav på verifierings- och kontrollfunktionen ställs på den här dimensioneringen. Lösningarna kan baseras på bland annat beräkningar, objektsspecifika försök och analys med ett logiskt resonemang (Frantzich, 2006). I denna rapport har analytisk dimensionering använts.

4.2.2 Utrymningsdimensionering

Som tidigare nämnts skall tiden till kritiska förhållanden ($t_{kritisk}$) vara större än den tid det tar att utrymma byggnaden ($t_{utrymning}$):

$$t_{kritisk} > t_{utrymning}$$

Utrymningstiden beror på följande kriterier: varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid. Den totala utrymningstiden blir:

$$t_{\text{utrymning}} = t_{\text{varseblivning}} + t_{\text{förberedelse}} + t_{\text{förflyttning}}$$

Då blir det slutliga uttrycket för utrymningsmodellen:

$$t_{\text{kritisk}} > t_{\text{varseblivning}} + t_{\text{förberedelse}} + t_{\text{förflyttning}}$$

Med hjälp av dessa blir säkerhetsmarginalen:

$$t_{\text{säkerhetsmarginal}} = t_{\text{kritisk}} - t_{\text{varseblivning}} - t_{\text{förberedelse}} - t_{\text{förflyttning}}$$

Varseblivningstid, förberedelsetid och förflyttningstid ger tillsammans den totala utrymningstiden. Då kan föregående ekvation förenklas till:

$$t_{\text{säkerhetsmarginal}} = t_{\text{kritisk}} - t_{\text{utrymning}}$$

Ett krav som används i rapporten för att brandsäkerheten ska anses acceptabel är att säkerhetsmarginalen ska vara minst 30 sekunder.

Varseblivningstid

Varseblivningstiden är den tid som går tills en person upptäcker att något onormalt inträffat. Tiden beror på om personen ser branden eller inte och om det finns ett automatiskt brandlarm med larmsignal inkopplat. Finns ett automatiskt brandlarm installerat antas varseblivningstiden vara densamma som aktiveringstiden för detektorerna. Om det saknas automatiskt brandlarm är varseblivningstiden svårare att uppskatta då den påverkas av bland annat byggnadens utformning, hur överblickbar lokalen är, hur mycket brandgaserna sotar och relationen mellan personerna i lokalen. Omständigheterna får då bestämmas från fall till fall. Varseblivningstiden kan vara allt mellan några sekunder till flera minuter beroende på olika situationer. (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005)

Förberedelsetid

Förberedelsetiden är den tid som passerar till dess att en person ska förstå att det brinner, lyssna till eventuella utrymningslarm, försöka släcka branden, hjälpa andra och så vidare. Detta är ofta den fas som tar längst tid av de tre kriterierna. För att korta ned denna tid kan man exempelvis installera talade utrymningsmeddelanden, synliga utrymningsvägar och bra belysning. Även utbildad personal som kan hjälpa till vid utrymning är ett bra sätt att korta tiden. (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005)

Förflyttningstid

Förflyttningstiden är den tid det tar för en person att ta sig ut ur byggnaden från påbörjad utrymning. Denna tid beror bland annat på lokalkännedom och personens förmåga att själv förflytta sig. Yttre faktorer påverkar också förflyttningstiden, som till exempel belysning, trappor, antalet utrymningsvägar, deras bredd och synlighet. Tiden kan beräknas för hand eller med hjälp av datormodeller. Det sistnämnda är särskilt användbart vid ett större antal personer från flera lokaler samtidigt. (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005)

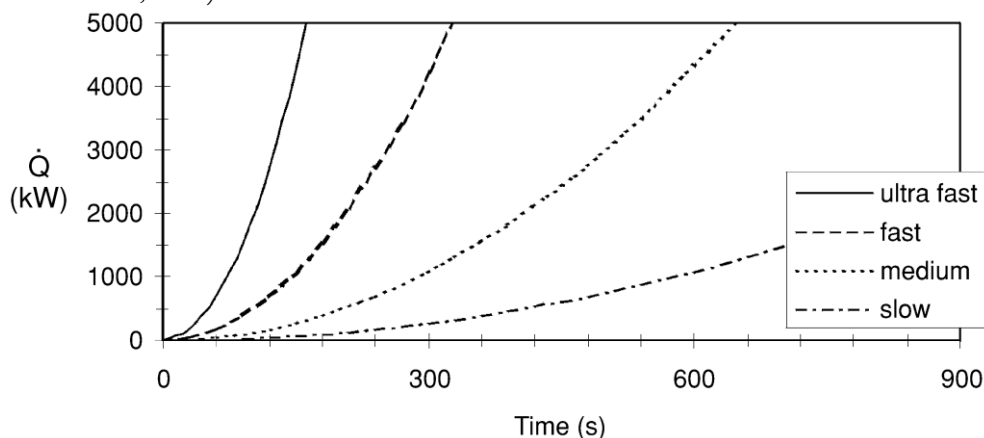
4.3 Effektutveckling/ αt^2 – kurvan

Effektutvecklingen för en brand kan beskrivas med en αt^2 -kurva enligt formen:

$$\dot{Q} = \alpha \cdot t^2$$

Effektutvecklingen från en brand används ofta för att uppskatta brandens förmåga till att skada personer, byggnader och miljön. I en verklig brand består effektutvecklingen i flera växande, konstanta och avtagande delar men vid dimensionering används ofta en idealiserad effektutvecklingskurva. Vanligtvis används den så kallade αt^2 -kurvan för att beskriva hur effektutvecklingen från en brand tillväxer där α är tillväxtfaktorn och t är tiden i sekunder (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005). Tillväxtfaktorn delas in i de fyra standardvärdena ultra fast, fast, medium och slow, se Tabell 2. Typiskt för skolor är

tillväxthastigheten fast (Karlsson & Quintiere, 2000). Kurvan är en förenkling av brandförloppet. Den är egentligen framtagen för att beräkna aktiveringstiden för detektorer och bör användas med försiktighet då relativt lite forskning gjorts på verkliga bränder med en effektutveckling över 500 kW (Bengtson, Jönsson, & Frantzych, 2005).



Figur 26. Visar tillväxthastigheter enligt α -värden i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. De fyra α -standardvärdena.

Tillväxthastighet	α [kW/s ²]
Ultra fast	0,190
Fast	0,047
Medium	0,012
Slow	0,003

4.4 RTI

För att aktivera till exempel brandgasluckor, sprinkler och andra aktiva system används olika aktiveringsanordningar. Det kan bland annat vara vätskefyllda bulber eller smältbleck. Aktiveringstemperaturen kan variera beroende på i vilka sammanhang de ska användas. De har även olika RTI-värden, response time index, som är ett mått på hur snabbt de värms upp i kontakt med ett varmt medium. Detta kallas även termisk tröghet. RTI-värdet kan variera kraftigt beroende på hur mycket värme som leds bort och känselementets storlek. Värdet varierar normalt mellan cirka 30 (ms)^{1/2} och 300 (ms)^{1/2}. I rapporten har smältblecken som aktiverar brandgasluckorna undersökts för att bestämma deras RTI-värde.

4.5 Datorprogram

Nedan följer beskrivningar av de olika datorprogram som använts i rapporten.

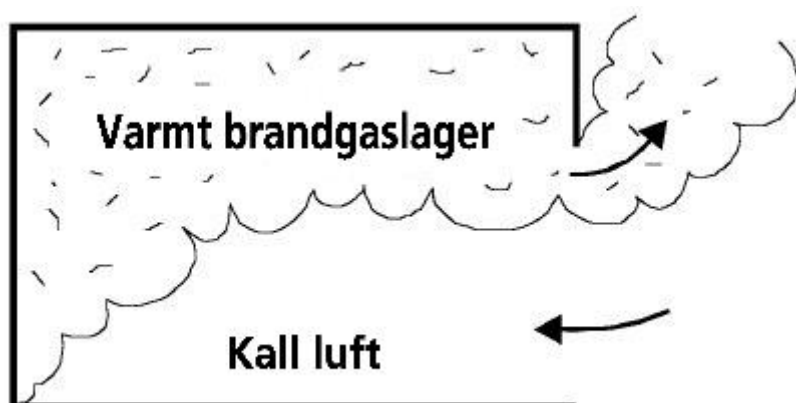
4.5.1 Argos (version 5.3.59.341)

Argos är ett simuleringsprogram av brandförlopp och brandgasspridning i rum och använder sig av en tvåzonsmodell för beräkning. Programmet är utvecklat av DIFT, Danish Institute of Fire and Security Technology, och används som hjälpmedel av bland annat brandingenjörer, räddningstjänst och försäkringsbolag för att utvärdera brandrisker i specifika utrymmen.

Argos är ett verktyg för att beräkna brandgasens spridning från ett brandscenario. Genom att ange rummets dimensioner och maxavstånd från branden till ett hörn i rummet kan programmet förstå rummets geometri och använda rätt fördröjning av brandgasspridningen beroende på maxavståndet. Upp till tio rum med valbar fyrhörnig geometri kan kopplas samman vid en och samma simulering. Det finns sju olika typer av initialbrand som kan väljas och beroende på valet kommer brandens energiutveckling se annorlunda ut. I rapporten används Argos för att beräkna tid till kritiska förhållanden.

Tvåzonsmodellen

Tvåzonsmodeller är en förenkling av verkligheten som används vid simulering av brand i avgränsade utrymmen. Brandrummet delas upp i två zoner, en övre med varma brandgaser och en undre med kall luft (se Figur 27). Några exempel på en tvåzonsmodells förenklingar och begränsningar är: endast enkla rumsgeometrier, max 750 m² rumsstorlek, momentan utbredning av brandgaser och homogen temperatur i brandgaslagret. Simuleringen startar som en enzonsmodell men övergår till en tvåzonsmodell när skillnaden mellan brandgaslagrets temperatur och den omgivande luften blir så stor att de delas in i två skikt. Olika plymmodeller, som till exempel Heskestad och McCaffrey, kan användas och deras respektive begränsningar gäller i simuleringen. För att få verklighetstroga resultat måste användaren vara väl medveten om simuleringsprogrammets begränsningar och förenklingar. Resultaten bör kontrolleras med andra modeller för att fastställa dess giltighet. (Karlsson & Quintiere, 2000)



Figur 27. Visar en schematisk bild av brandrummets indelning.

4.5.2 FDS (version 5.3)

Computational Fluid Dynamics, det vill säga beräkningsbar strömningsdynamik, används för att beräkna och simulera strömningsproblem. Några exempel på användningsområden är luftströmningar runt en flygplansvinge eller en rökplym som breder ut sig. I rapporten används programmet Fire Dynamics Simulator (FDS 5.3), som är en kommersiell programvara utvecklad av National Institute of Standards and Technology (NIST). Programmet är främst inriktat för beräkning av rök- och värmetransport från bränder. Programmet arbetar genom att bygga upp hela brandrummet i kubformade volympartitioner i tre dimensioner. Ju fler kuber, och därmed mindre volymer som används, desto högre upplösning på beräkningarna. Strömningen i varje tredimensionell kub beräknas numeriskt med en variant av Navier-Stokes ekvationer och kräver på grund av detta mycket datorkraft. En simulering av ett brandförlopp kan pågå i allt från timmar till veckor beroende på upplösning och tillgänglig beräkningskraft. Resultaten från simuleringar kan presenteras grafiskt med både rörliga bilder och stillbilder. Simuleringar i FDS ger oftast ett mer verklighetstroget resultat än tvåzonsmodellerna som delar in en volym i två lager. I rapporten används FDS för att beräkna tid till kritiska förhållanden och verifiera resultaten från Argos. (McGrattan & Klein, 2008)

4.5.3 Simulex (version 2009.1.0.3)

Simulex är ett simuleringsprogram som utvecklats och kalibrerats med hjälp av riktiga utrymningsförsök. Programmet är baserat på en partikelmodell där varje individs placering i byggnaden beskrivs av koordinater och en riktningvinkel i x- och y-led. Kartan som beskriver den aktuella byggnadens geometri baseras på importerade "Computer-Aided Design"-ritningar som ritas upp i till exempel programmet AutoCAD. Detta ställer vissa krav på användaren då CAD-ritningarna måste modifieras för att Simulex ska kunna använda dem framgångsrikt. Programmet räknar ut avståndskartor som anger optimal vinkel och avstånd till de tillgängliga utgångarna. Personer kan antingen placeras ut separat eller i grupp och det finns tillgång till ett stort antal fördefinierade persontyper. Den vanligaste är "kontorspersonal", vilken ger en fördelning på 30 % medelpersoner, 30 % kvinnor och 40 % män. De olika persontyperna har olika storlek, rotationshastighet och maximal gånghastighet. Medelpersoner använder ett medelvärde mellan

män och kvinnors egenskaper. Gånghastigheten för varje individ väljs slumpmässigt mellan 0,8 och 1,7 m/s men påverkas också av hur snabbt personen framför rör sig. Vid köbildning kommer personer med högre hastighet att gå om personerna framför när det finns utrymme för det.

Programmet ger mer information än handberäkningar vilket kan krävas för att visa att tillfredställande utrymning kan ske. I programmet åskådliggörs ett utrymningsförlopp och eventuella köbildningar med bilder och filmsekvenser. För att få verklighetstroga resultat krävs kunskap om utrymning, programmets begränsningar och inbyggda osäkerheter. Passage runt hörn, kollision mellan utrymmande individer och en oförmåga att byta utrymningsväg när stor köbildning uppstår är några av de problem som kan inträffa. Simulering måste baseras på rimliga antaganden och kritisk tolkning av resultaten. I rapporten används Simulex för att beräkna förflyttningstiden och upptäcka eventuell köbildning. (Frantzich, 1998)

4.5.4 Detact-T2 (version 1.0)

DETECTOR ACTuation – Time squared, det vill säga detektoraktivering med tillväxt enligt en αt^2 -kurva, används för att beräkna tiden till aktivering av till exempel smältbleck och sprinklerbulber. För att beräkna aktiveringstiden krävs det att användaren anger rumstemperatur, detektorns RTI-värde, aktiveringstemperatur, takhöjd från bränslet, avståndet mellan detektorerna och brandens tillväxthastighet. Programvaran går att hämta på National Institute of Standards and Technology's (NIST) hemsida. I rapporten används DETACT-T2 för att beräkna tiden till brandgasluckorna i Aulan aktiverar. (Fire Modeling Programs)

5. Brandscenarier

Följande avsnitt innehåller möjliga brandscenarier i skolan, hur de värderas och vilka som valts för djupare analys.

5.1 Möjliga scenarier

Vid uppskattning av scenarierna har olika händelse sannolikhet och konsekvens diskuterats. De har sedan bedömts enligt Hög, Medel och Låg för sannolikhet respektive Liten, Medel och Stor för konsekvens. Denna grovanalys redovisas i Tabell 3.

För att bedöma sannolikheten att olika scenarier uppstår har statistik över orsaker till skolbränder studerats (se Bilaga C2). De har även vägts mot varandra för att uppskatta en inbördes gradering.

Konsekvensen har bedömts utifrån hur många personer som kommer att vistas i lokalen, hur många utrymningsvägar som finns och om de kan vara blockerade. Även brandbelastning och brandens tillväxt har beaktats.

5.1.1 Brand i hemkunskapen

Statistiskt sett förekommer brand på grund av spisar som glömts på ungefär 4 % av bränder på skolor (se Bilaga C2). Brand i hemkunskapssalarna har låg sannolikhet att inträffa. Konsekvensen bedöms som liten då det till exempel vid undervisning vistas så pass få elever i lokalen att en utrymning kan ske utan problem.

5.1.2 Brand i köket/elevmatsalen

Som nämnts ovan är brand på grund av glömd platta inte vanligt förekommande i skolmiljö. Därför bedöms även sannolikheten för brand i skolköket som låg. Endast ett fåtal personal vistas i lokalen under matlagning/uppvärmning av mat och eftersom detta sker innan eleverna är på plats bedöms konsekvensen som liten. Att en brand skulle starta i matsalen är knappast sannolikt. Om så skulle ske vistas dagtid inte så många personer i matsalen att en utrymning inte skulle vara möjlig. Konsekvensen bedöms därför som liten.

5.1.3 Brand i uppehållsrummet

Enligt statistik är anlagd brand en av de största orsakerna till skolbränder (se Bilaga C2). Sannolikheten för brand i uppehållsrummet bedöms som hög. Detta på grund av att eleverna uppehåller sig i utrymmet under rasterna och då ofta utan vuxen tillsyn. Lokalen ligger i anslutning till omklädningsrum och idrottshall och är skild från skolans huvuddel med en stängd branddörr. Då ett litet antal personer antas befinna sig i uppehållsrummet samt att utrymning kan ske genom både dörr och fönster, bedöms konsekvensen till liten.

5.1.4 Brand i korridoren

Brand i korridor/trapphus är vanligt på skolor av samma anledning som nämns i avsnitt 5.1.3 och sannolikheten bedöms därför som hög. Ett troligt scenario är en anlagd brand i till exempel en papperskorg på väggen som sedan sprider sig vidare. Brandbelastningen antas bli liten då väggar, golv och tak är av obrännbart material. Detta gör att utrymning bör kunna ske utan problem. Konsekvensen bedöms därmed som liten.

5.1.5 Brand på toaletten

Brand på toaletter antas vara anlagd eller på grund av rökning. Enligt statistik är detta en vanligt förekommande brandorsak (se Bilaga C2). Sannolikheten bedöms som hög. Då det saknas detektorer inne på toaletterna kan en kraftigare brand utvecklas innan den upptäcks. Om en brand utvecklas på

någon av toaletterna vid huvudentrén kan rökutvecklingen göra att utrymningsvägen via huvudingången blockeras. På grund av detta anses konsekvenserna bli medelstora.

5.1.6 Brand i aulan

Då det finns mycket lös inredning på scenen som till exempel tygridåer, stolar och annat brännbart material anses brandbelastning bli hög. Antändningskällor vid detta scenario kan vara elfel, värme från belysning eller pyroteknik. Rökdetektorerna i lokalen kan kopplas ur med en timerfunktion och ingen larmknapp finns i anslutning till scenen. Sannolikheten för en brand är störst när detektorerna är bortkopplade eftersom det då används pyroteknik eller dylikt. På grund av dessa omständigheter bedöms sannolikheten för brand vara medelhög. Då ett stort antal personer kan vistas i aulan samtidigt krävs det att utrymningsvägarna fungerar tillfredställande. Eftersom det finns möjlighet att en brand på scenen kan blockera vissa utgångar så bedöms konsekvensen som stor.

5.1.7 Brand i bokförrådet

I detta scenario antas en brand starta i bokförrådet som är beläget mitt emot de bakre utrymningsvägarna från aulan. I förrådet finns en stor mängd brännbart material i form av läroböcker och annat papper. Här finns även skolans nätverkscentral. Rummet saknar fönster och enda öppningen är dörren. Statistik visar att cirka 10 % av alla skolbränder beror på tekniska fel (se Bilaga C2). Ett troligt scenario är att fel i elutrustningen antänder det brännbara materialet i närheten. På grund av dessa förutsättningar antas sannolikheten för brand vara hög. Rummet saknar rökdetektor och används sällan vilket betyder att en relativt stor brand kan utvecklas innan den upptäcks. Konsekvenserna antas därför bli medelstora.

5.1.8 Grovanalysen redovisad i tabellform

Här redovisas grovanalysen i en tabell.

Tabell 3. Fördelning av möjliga brandscenarier med sannolikhet och konsekvens, en så kallad grovanalys.

Scenario	Sannolikhet	Konsekvens
1. Brand i hemkunskapen	Låg	Liten
2. Brand i elevmatsalen/köket	Låg	Liten
3. Brand i uppehållsrummet	Hög	Liten
4. Brand i korridoren	Hög	Liten
5. Brand på toaletten	Hög	Medel
6. Brand på scen i aulan	Medel	Stor
7. Brand i bokförrådet	Medel	Stor

5.2 Utvärdering av brandscenarier

De olika brandscenarierna ur grovanalysen åskådliggörs grafiskt i en riskmatris (se Figur 28). Den är indelad i tre områden som bygger på en inbördes jämförelse mellan scenarierna. I det nedre vänstra området är både sannolikhet och konsekvens låg vilket medför att risken blir liten. I det övre högra området är både sannolikhet och konsekvens hög vilket medför att risken blir stor.

Konsekvens \ Sannolikhet	Liten		Medel		Stor
Hög	Scenario 3			Scenario 7	
	Scenario 4		Scenario 5		
Medel					Scenario 6
Låg	Scenario 1	Scenario 2			

Figur 28. Visar brandscenarier utsatta i en riskmatris. Risken är minst i det nedre vänstra hörnet och störst i det övre högra hörnet.

5.3 Val av brandscenarier

Med hjälp av en grovanalys där sannolikheten och konsekvensen vägs samman för de olika brandscenarierna har två scenarier valts ut för vidare utredning. Dessa scenarier är *brand i aulan* och *brand i bokförrådet*. En brand som involverar scenen i aulan valdes då andra tändkällor i lokalen inte kommer leda till lika stora konsekvenser. Även brand i bokförrådet valdes på grund av de stora konsekvenserna och kan representera andra möjliga brandscenarier i byggnadens mindre lokaler. De anses tillsammans representera de totala konsekvenserna av alla scenarier och kallas därför dimensionerande brandscenarier.

5.3.1 Brand i aulan

En brand som startar på scenen kommer kunna utvecklas snabbt på grund av de tyg- och trädekorer som finns uppställda på scenen. Dessa dekorer är uppställda så att förloppet kan få en snabb vertikal brandspridning. En brandspridning över en vertikal brandkälla är uppemot tio gånger snabbare än över en horisontell (Drysdale, 1998). Brandens effektutveckling antas tillväxa enligt ett α^2 -förlopp. Från försök gjorda på gardiner uppskattas tillväxthastigheten till fast, $\alpha = 0,047$ (Särdqvist, 1993). Branden antas tillväxa kontinuerligt under hela utrymningsförloppet varför ingen maxeffekt väljs. Branden kommer att nå en konstant maxeffekt om branden fortgår men då denna rapport undersöker förhållanden i ett relativt tidigt skede av brandförloppet bör antagandet vara rimligt. Detta leder till att beräkningarna blir konservativa vilket ger en säkerhetsmarginal för eventuella osäkerheter.

Ventilationsutvärdering, aulan

Aulan har ett separat ventilationssystem med eget till- och frånluftsaggregat som ska säkerhetsställa ett bra klimat i lokalen. För en samlingslokal är kravet enligt gällande ventilationsnorm 7 l/s för varje person som samtidigt kan förväntas vistas där. Beräknat för 241 personer ger detta ett totalt flöde på 1687 l/s. Enligt den senaste OVK (se Bilaga C3) är ventilationssystemet i aulan underkänd. Systemet fungerar inte tillfredställande och blir för varmt vid belastning. Detta antas bero på att luftflödet in och ut ur aulan inte uppfyller regelverket. Eftersom lokalen är en egen brandcell och har egna ventilationskanaler som leder upp till taket anses risken för brandgasspridning till andra brandceller under utrymningsförloppet vara försumbar. (Boverket, 2008)

5.3.2 Brand i bokförrådet

I detta scenario antas en brand starta i bokförrådet markerat 1 i Figur 30. Rummet används till förvaring och är uppdelad i två delar av en centralt placerad träbokhylla i brösthöjd. Väggarna är täckta av hyllplan i trä där böcker och tidningar förvaras. På golvet står böcker fritt staplade och även i papplådor längs väggarna. Elektronikutrustning såsom OH-apparater, datorer och datorskärmar förvaras på en stor del av den resterade golvytan. Närmast dörren är skolans nätverkscentral placerad i form av ett rack med nätverksswitchar och tillhörande strömadaptrar.



Figur 29. Visar nätverkscentralen i bokförrådet.

Nätverkscentralen är en knutpunkt för en stor mängd nätverkskablar från hela skolan (se Figur 29).

Lokalen har ett innertak med lysrörsarmatur och ett igentäppt frånluftsdon.

Det finns ett flertal troliga antändningskällor på grund av elfel. Oavsett antändning antas brandförloppen likna varandra. Detta då lokalen är liten och det finns en stor mängd brännbart material tillgängligt.

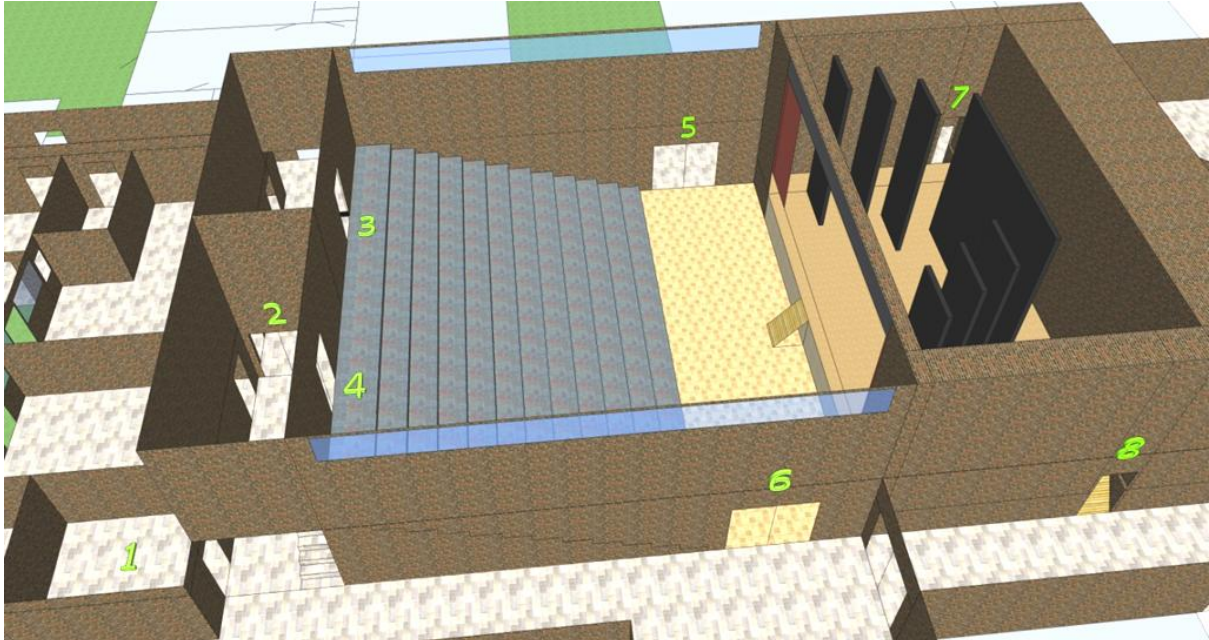
Då det inte finns någon insyn till bokförrådet och ingen normalt sett har ärenden dit antas branden tillväxa tills den blir ventilationskontrollerad. Om dörren då öppnas, till exempel när någon ser rök tränga ut genom dörrspringan, ökar syretillgången till branden och den kan utvecklas explosionsartat. Den stora mängden brännbart material gör att maximal effektutveckling kommer att begränsas av hur mycket syre som kan komma in i rummet. Beräkningar visar att effektutvecklingen blir 4,6 MW (se Bilaga A6). Detta är en hög effektutveckling. Beräkningarna blir konservativa vilket betyder att de får en säkerhetsmarginal.

Ventilationsutvärdering, bokförrådet

Bokförrådet är från början anslutet till det övriga ventilationssystemet med ett frånluftsdon i taket. I dagsläget har en plåtskiva monterats över donet som helt blockerar ventilationen i rummet. Denna blockering leder till att ventilationen har liten eller ingen påverkan på ett eventuellt brandförlopp i lokalen. Trycket i ett rum kan stiga kraftigt vid en brand och därför antas att brandgaser kommer tryckas ut i den blockerade frånluftskanalen. Brandgasspridning mellan brandceller sker främst genom tilluftssystemet då frånluftssystemet inte längre klarar av att ta hand om de producerade brandgaserna. Brandgaser kan dock även spridas via frånluftssystemet. Observera att till- och frånluftskanalerna är helt skilda system. Detta innebär att en brand i bokförrådet endast kommer leda till brandgasspridning ut i korridoren och till frånluftskanalen under utrymningsförloppet. Eftersom ventilationen är blockerad kommer brandgaser främst att spridas genom otätheter runt dörren. (Boverket, 2008)

Grafisk förklaring av brand i bokförrådet (Figur 30)

I detta brandscenario antas utrymningsvägarna från aulan, markerade 4 och 6, bli obrukbara på grund av brandgaser. Om branddörren markerad 2 inte stänger ordentligt blir även utrymningsvägarna markerade 3 och 5 obrukbara. Detta eftersom brandgaserna antas sprida sig även hit.



Figur 30. Visar en översiktbild över området som berörs av en brand i bokförrådet.

6. Brand i aulan

Följande avsnitt innehåller simuleringar av brandscenariot *brand i aulan* tillsammans med en utvärdering av det befintliga brandskyddet.

6.1 Tid till kritiska förhållanden

Beräkning av strålning och RTI samt simuleringar i Detact-T2, Argos och FDS. Vid samtliga beräkningar används en effektutveckling med tillväxthastigheten fast om inget annat anges. Som känslighetsanalys varierades bland annat tillväxthastigheten mellan medium och ultra fast.

6.1.1 Strålning

Infallande strålning mot de främre utrymningsvägarna i aulan har beräknats för att se om de kan användas för utrymning vid en brand på scenen.

Gränsvärdet för infallande strålning mot personer är 2,5 kW/m² eller en kortvarig strålningsintensitet på maximalt 10 kW/m² (Boverket, 2008). Beräkningar visar att infallande strålning mot de främre utrymningsvägarna, då även mot de personer som utrymmer genom dessa, blir 4 kW/m² (se Bilaga A1).

Detta värde är under gränsvärdet för kortvarig strålningsintensitet. Eftersom denna strålningsintensitet bara drabbar de som utrymmer genom de främre utrymningsvägarna under en kort period antas detta värde vara godtagbart och de främre dörrarna kan användas som utrymningsvägar. Simuleringar i Simulex visar att ingen nämnvärd köbildning sker vid de främre utgångarna. Scenens geometriska inverkan på synfaktorn har inte tagits med i beräkningen. Synfaktorn är ett mått på hur stor del av den utsända strålningen som når mottagaren. Då draperierna hänger en bit in på scenen blockerar de strålningen mot de främre utrymningsvägarna. Därmed blir synfaktorn lägre än den beräknade. Fullständig beräkning av synfaktorn och strålning kan ses i Bilaga A1.

6.1.2 RTI

För att kunna testa RTI-värdet för det smältbleck brandgasluckorna i aulan aktiveras av skickade installatören av luckorna två bleck. De var identiska med de som sitter monterade på skolans luckor. Testen utfördes i en vindtunnel i brandlaboratoriet på Lunds Tekniska Högskola efter samråd med personal på brandtekniska institutionen (Granemark, Nilsson, 2010). För att återskapa liknande förhållanden som vid en eventuell brand fästes blecken mellan två fästpunkter och belastades med en fjäder. Därefter sänktes de ned i vindtunneln. Två försök utfördes för att minska osäkerheterna i resultatet. Gastemperatur, starttemperatur samt detektionstid, det vill säga då blecken släppte, noterades för att användas i beräkningarna. Beräkningarna återges i sin helhet i Bilaga A2.

6.1.3 Detact-T2

Simuleringar i Detact-T2 ger aktiveringstider enligt Tabell 4 som även innehåller en känslighetsanalys. Ingångsvärden för simuleringarna återges i Bilaga A3. Känslighetsanalysen visar att RTI-värdet inte har någon större inverkan på aktiveringstiden. Aktiveringstiden för RTI-värdet 118,5 kommer att användas för vidare simuleringar. Som ses i tabellen beror aktiveringstiden mer på brandens tillväxthastighet än RTI-värdet.

Tabell 4. Aktiveringstider för smältblecken i aulan med olika RTI-värden som en känslighetsanalys.

Tillväxthastighet, α -värde [kW/s ²]	RTI [(m/s) ^{1/2}]	Aktiveringstid [s]
Medium 0,012	59	229
	118,5	254
	237	292
Fast 0,047	59	139
	118,5	158
	237	185
Ultra fast 0,190	59	87
	118,5	100
	237	119

6.1.4 Argos

Aulan i Hagalidskolan har simulerats i Argos för att få en insikt i hur snabbt lokalen rökfylls vid olika effektutvecklingar. Med hjälp av effektkurvor från Initial Fires (Särdqvist, 1993) och Enclosure Fire Dynamics (Karlsson & Quintiere, 2000) har en maxeffekt på ungefär 6 MW tagits fram för brand i dekoren på scenen. Vid simuleringen antogs alla fyra utrymningsvägar i lokalen användbara och därmed öppna under hela brandförloppet. Två brandgasluckor med måtten 1,2 x 1,9 m² har aktiverats efter 158 sekunder och har en öppningstid på 60 sekunder (Diego, 2010). Dimensionerna på aulan är 21 x 14 x 7 m³. Det sluttande golvet gör att takhöjden vid de övre utrymningsvägarna uppgår till 4,5 meter. På grund av begränsningar i Argos och de modeller som programmet använder kan inte nivåskillnader i geometrin användas. Geometrin som används i simuleringen saknar därför det sluttande golvet. Detta kommer inte påverka tiden det tar för kritiska förhållanden att uppstå vid de övre utgångarna eftersom dessa ligger över golvnivån. Som känslighetsanalys har scenariot simulerats för tre olika tillväxthastigheter på branden: medium, fast och ultra fast. Orsaken till detta är att kritiska förhållanden uppstår under brandens tillväxtfas och det därför blir mer intressant att variera tillväxthastigheten istället för maximal effekt. En maximal effektutveckling på 20 MW är satt då programmet kräver en maximal effektutveckling för att kunna beräkna resultaten.

I nedre delen av aulan sätts kritiska förhållanden till när brandgaslagret når 2,3 meter över golvet. I den övre delen av aulan sätts kritiska förhållanden till när brandgaslagret når 5,1 meter över golvet, detta på grund av att geometrin i Argos saknar nivåskillnader. Kritiska förhållanden (se avsnitt 4.1) i lokalen uppstår även då temperaturen i rummet når 80 °C eller när sikten är mindre än 10 meter eftersom det räknas som en samlingslokal (Boverket, 2008).

Resultat med känslighetsanalys

Resultaten visar att personer som befinner sig i den nedre delen av lokalen kommer att begränsas av för hög temperatur, som uppnås efter 330 sekunder. Vid de övre utgångarna uppstår kritiska förhållanden efter 195 sekunder på grund av att brandgaslagrets höjd understiger 2,1 meter. Detta medför att 195 sekunder är den dimensionerande tiden för utrymning. Sammanställning av resultaten kan ses i Tabell 5 och i sin helhet i Bilaga A4.

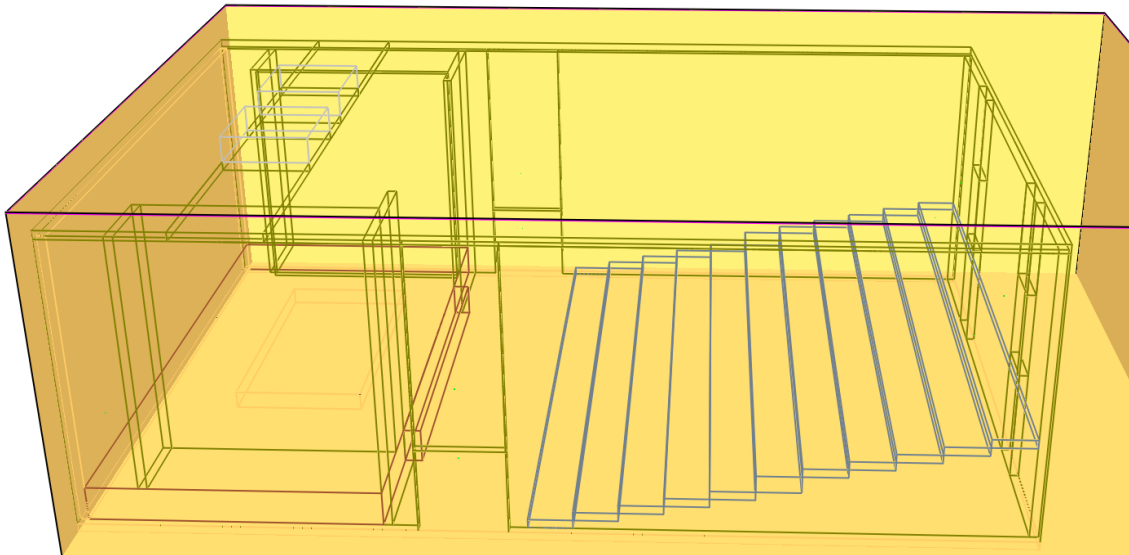
Tabell 5. Tid till kritiska förhållanden uppstår i Argos (kritiskt förhållande uppnått genom: T = temperatur, BG = brandgaslagrets höjd, S = siktbarhet).

Utgång	Tillväxthastighet	Tid [s]	Effekt [MW]
Nedre	Medium	-	-
	Fast	330 (T)	5
	Ultra fast	150 (T)	4
Övre	Medium	390 (BG)	2
	Fast	195 (BG)	2
	Ultra fast	120 (BG)	3

6.1.5 FDS

Argos använder sig av en tvåzonsmodell för beräkningar och programmets giltighet för aulans geometri kan ifrågasättas (se avsnitt 4.5.1). För att validera resultaten från Argos har en CFD-simulering utförts i programmet FDS.

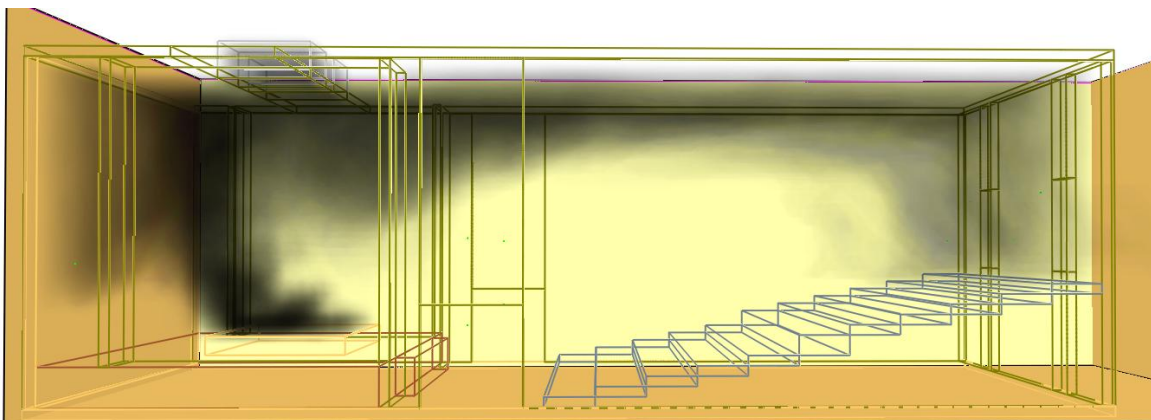
Geometrin som använts i simuleringarna kan ses i Figur 31. Brandgasluckor har placerats i taket och de ställs in i FDS så att de öppnar efter 158 sekunder vilket är den beräknade tiden till aktivering från Detact T2. Scriptfilen som använts för simuleringen samt motiveringar till valda indata presenteras i Bilaga A8.



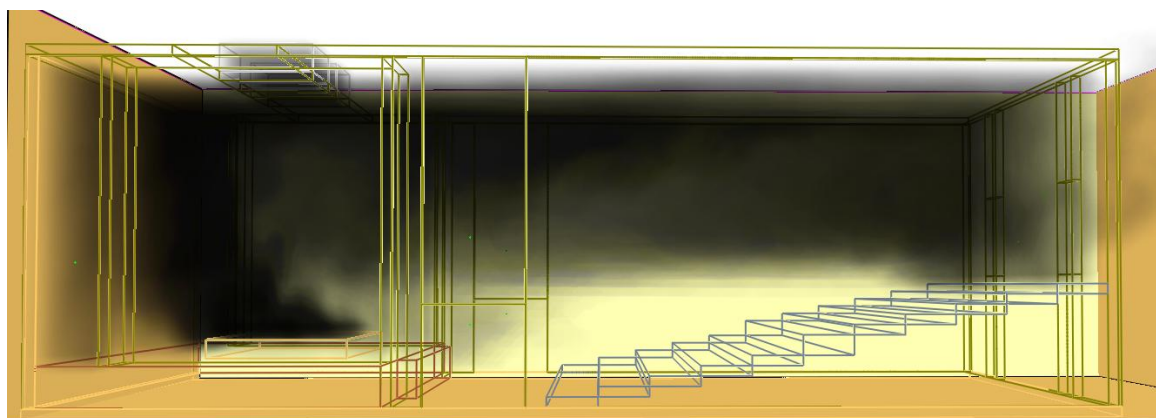
Figur 31. Visar geometrin som använts vid simulering av Brand i aulan i FDS.

Kritiska förhållanden uppstår efter cirka 90 sekunder vid de övre utgångarna samt efter cirka 130 sekunder vid de nedre utgångarna. Simuleringen visar att brandgaslagrets höjd gör att kritiska förhållanden uppstår medan temperatur och strålningsintensitet ligger inom acceptabla nivåer.

Kritiska förhållanden uppstår innan brandgasluckorna öppnar. Efter det höjs brandgaslagret tillräckligt för att kritiska förhållanden ska upphöra vid de nedre utgångarna. Figur 32 och Figur 33 visar brandgasens spridning när kritiska förhållanden uppstår vid de övre samt de nedre utgångarna. I Tabell 6 presenteras resultatet från simuleringen.



Figur 32. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår vid de övre utgångarna efter 90 sekunder.



Figur 33. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår vid de nedre utgångarna efter 130 sekunder.

Tabell 6. Visar resultaten från simuleringen i FDS, då kritiska förhållanden uppstår i aulan. BG = brandgaslagrets höjd.

Utgång	Tid [s]
Nedre	130 (BG)
Övre	90 (BG)

Jämförelse mellan Argos och FDS

Vid en jämförelse mellan resultaten från Argos och resultaten från FDS kan det konstateras att kritiska förhållanden uppkommer tidigare i FDS-simuleringen. Detta kan bero på geometrins utseende då höjdskillnader i golvnivå inte går att representera i Argos vilket gör att en större volym fylls med brandgaser. Skillnader i tiden till kritiska förhållanden kan även bero på skillnaderna mellan CFD och tvåzonsmodeller. Argos simulerar två tydliga lager där det varmare brandgaslagret sjunker med tiden. I början av FDS-simuleringen uppstår däremot inget tydligt horisontellt brandgaslager utan det varierar i höjd (se Figur 32). Brandgaserna rör sig längs taket från scenen mot den andra sidan av aulan och tvingas sedan ned vid de övre utgångarna.

6.1.6 Tid för utrymning

Utrymning från aulan har simulerats i Simulex. Detta resulterar i en förflyttningstid som anger när samtliga personer har utrymt aulan till en säker brandcell, det vill säga de angränsande korridorerna. Simuleringar i Simulex visar att utrymningen från aulan inte påverkas av utrymning från andra lokaler i skolan (se Bilaga A5).

Varseblivningstid

Eftersom detektionssystemet i aulan antas vara urkopplat vid det valda brandscenariot blir varseblivningstiden svår att uppskatta. Tiden det tar för branden att upptäckas beror på hur snabbt den utvecklas och ifall den är synlig. Detta brandscenario har en snabb tillväxt och personer inne i aulan antas ha sin uppmärksamhet riktad mot scenen vilket gör det troligt att branden upptäcks tidigt. Varseblivningstiden uppskattas till 30 sekunder.

Förberedelsetid

Om detektionssystemet är urkopplat i aulan kommer inget utrymningslarm aktivera förrän brandgaserna når ut i korridoren. Personer inne i lokalen kommer inte "få hjälp" att fatta beslut om att utrymma då larmet är urkopplat. Eftersom branden är synlig antas förberedelsetiden vara relativt kort. Förberedelsetiden sätts därför till 60 sekunder (Frantzich, 2001).

Förflyttningstid

Förflyttningstiden är den tid det tar för personer i aulan att bege sig från sina platser och ta sig ut ur lokalen. Utrymningsförloppet har simulerats i Simulex. Persontyp i programmet sattes till "kontorspersonal" vilket anses vara en lämplig representation för besökare av aulan. "Default distance map" används vilket betyder att personerna i aulan kommer att gå till den närmsta utgången. Förflyttningstiden blev 77 sekunder (se Bilaga A5). För att visa hur indata påverkar resultatet har även en känslighetsanalys gjorts där resultatet kan ses i Tabell 7.

Tabell 7. Förflyttningstid vid utrymning av aulan i Simulex.

Tillgängliga utgångar	Persontyper	Antal personer	Ändringar	Förflyttningstid [s]
Referenssimulering				
Alla	Office staff	241	---	77
Endast främre	Office staff	241	---	100
Endast bakre	Office staff	241	---	189
Endast de på en sida	Office staff	241	---	209
Känslighetsanalys				
Alla	Office staff	120	Varannan person på varje rad togs bort	46
Alla	Office staff	120	Personerna på varannan rad togs bort	73
Alla	Office staff	241	Endast två bänkrader använde de bakre utgångarna, resten använde de främre	76
Alla	School population	241	Ändrad persontyp till school population	77
Alla	Office staff	241	Raderna togs bort	108
Alla	Office staff	401	Tomrummen i aulan fylldes upp med personer	153

Total utrymningstid

Varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid ger tillsammans den totala utrymningstiden vilken blir 167 sekunder.

6.2 Utvärdering av befintligt brandskydd

Den dimensionerande tiden till kritiska förhållanden blir 195 sekunder (se Tabell 5). Förflyttningstiden blir 77 sekunder (se Tabell 7). Med en varseblivningstid på 30 sekunder och en förberedelsestid på 60 sekunder blir säkerhetsmarginalen:

$$t_{\text{säkerhetsmarginal}} = t_{\text{kritisk}} - t_{\text{utrymning}} = 195 - 167 = 28 \text{ sekunder}$$

Denna säkerhetsmarginal gäller främst för personer längst bak i aulan. Då förflyttningstiden gäller fullständig utrymning av aulan och personer längst bak har nära till de bakre utrymningsvägarna är det troligt att de kommer ut innan 77 sekunder har gått.

Som jämförelse räknas säkerhetsmarginalen ut för fallet då endast de främre utrymningsvägarna kan användas. I beräkningen används samma värden som vid den förra med skillnaden att förflyttningstiden blir 100 sekunder (se Tabell 7), vilket ger en total utrymningstid på 190 sekunder:

$$t_{\text{säkerhetsmarginal}} = t_{\text{kritisk}} - t_{\text{utrymning}} = 195 - 190 = 5 \text{ sekunder}$$

Fem sekunder är en positiv säkerhetsmarginal, dock för liten för att kunna garantera en säker utrymning.

Ett värre scenario är om endast de bakre utgångarna kan användas, till exempel om strålningen från branden mot de främre utgångarna blir för stark. Då blir förflyttningstiden 189 sekunder. Med en varseblivningstid på 30 sekunder och en förberedelsestid på 60 sekunder blir den totala utrymningstiden 279 sekunder. Detta ger säkerhetsmarginalen:

$$t_{\text{säkerhetsmarginal}} = t_{\text{kritisk}} - t_{\text{utrymning}} = 195 - 279 = -84 \text{ sekunder}$$

Den negativa säkerhetsmarginalen innebär att samtliga personer som befinner sig i aulan inte kommer hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

Det värsta scenariot uppstår då endast utgångarna på en sida kan användas. Förflyttningstiden i blir för detta fall 209 sekunder. Med en varseblivningstid på 30 sekunder och en förberedelsestid på 60 sekunder blir den totala utrymningstiden 299 sekunder. Detta ger säkerhetsmarginalen:

$$t_{\text{säkerhetsmarginal}} = t_{\text{kritisk}} - t_{\text{utrymning}} = 195 - 299 = -104 \text{ sekunder}$$

Även här blir säkerhetsmarginalen negativ. Att denna negativa säkerhetsmarginal är större innebär att fler personer kommer vara kvar i aulan när kritiska förhållanden uppstår.

Enligt metoden som beskrivits i avsnitt 1.2 Metod ska säkerhetsmarginalen vara minst 30 sekunder för att brandskyddet ska anses vara godkänt. Den största säkerhetsmarginalen i detta scenario var 28 sekunder. Brandskyddet anses därför inte vara godkänt.

7. Brand i bokförrådet

Följande avsnitt innehåller simuleringar av brandscenariot *brand i bokförrådet* tillsammans med en utvärdering av det befintliga brandskyddet.

7.1 Tid till kritiska förhållanden

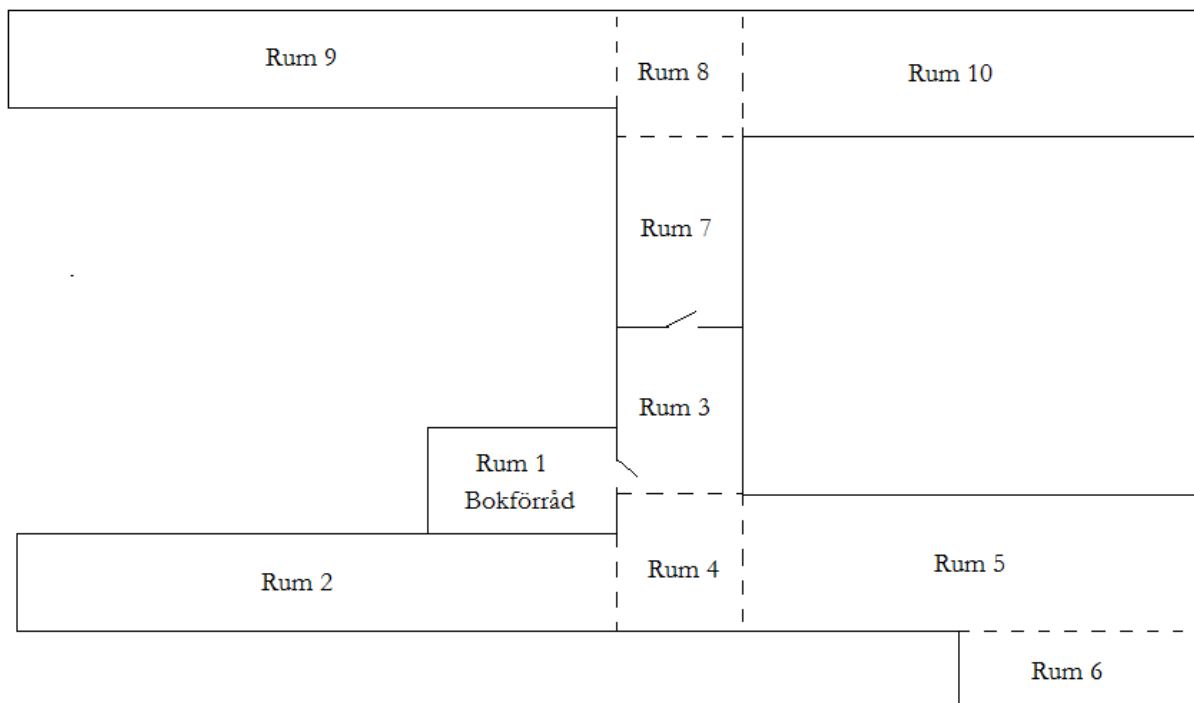
Beräkningar med hjälp av simuleringar i Argos, FDS och Simulex. Vid samtliga beräkningar används effektutvecklingen 4,6 MW om inget annat anges.

7.1.1 Argos

Branden antas vara ventilationskontrollerad och uppnå en konstant effekt på 4,6 MW (se Bilaga A6) då dörren till rummet öppnas. Eftersom dörrstängare saknas antas dörren stå öppen under brandförloppet. Branden antas tillväxa under 10 sekunder till den maximala effekten på 4,6 MW. Rummet anses i övrigt vara tätt vilket gör att brandgaserna endast kan lämna rummet genom dörröppningen. Brandgaserna kommer initialt att samlas i utrymmet utanför dörren där takhöjden är högre än i den resterande delen av korridoren. Nedsänkningar från taket håller kvar stora mängder brandgaser innan de sprids vidare till den södra korridoren. Simuleringar har gjorts för tre olika fall gällande branddörren i passagen mellan den södra och norra korridoren:

1. Den fungerar optimalt, det vill säga att den både stänger och sluter tätt. Då antas inga brandgaser komma igenom.
2. Den stänger men läcker (approximeras med en 2 centimeter bred springa).
3. Den stänger inte och står alltså helt öppen.

I Figur 34 illustreras hur geometrin har simulerats i Argos.



Figur 34. Visar en illustration över hur geometrin ritats upp i Argos

Resultat med känslighetsanalys

I fall 1 uppstår kritiska nivåer snabbt i utrymmet utanför bokförrådet. Detta inträffar efter cirka 20 sekunder. Sedan tar det ytterligare cirka 60 sekunder innan kritiska nivåer har uppnåtts i hela den södra korridoren.

I fall 2 kom inga brandgaser in i den norra korridoren. I utrymmet mellan branddörren och den norra korridoren uppstod kritiska förhållanden efter cirka 600 sekunder.

I fall 3 kom brandgaserna endast in i den norra korridoren i mycket små mängder, inte tillräckligt för att bilda ett brandgaslager. De samlade resultattiderna för simuleringarna i Argos kan ses i Tabell 8.

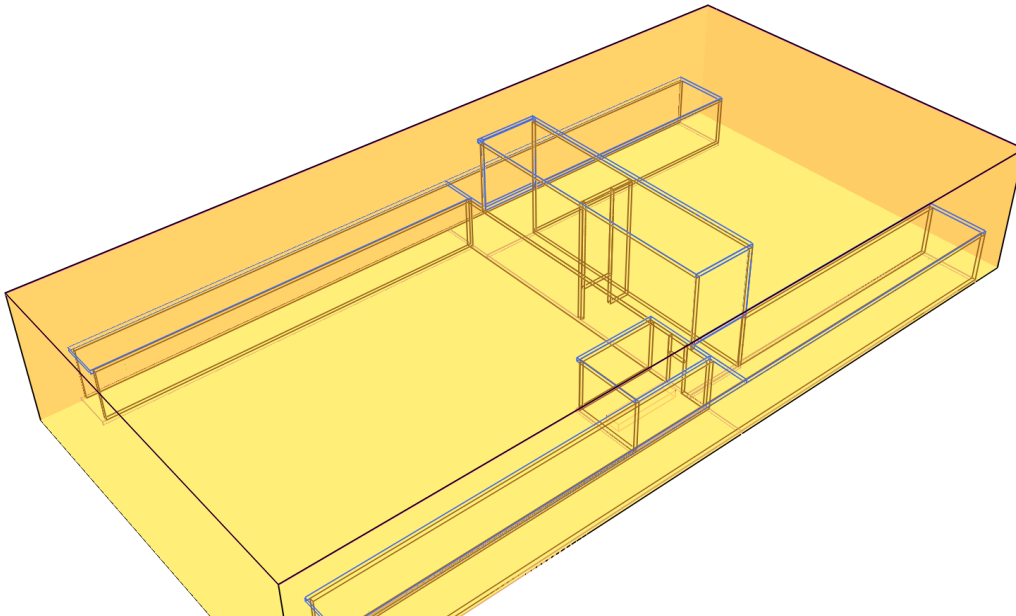
Tabell 8. Tid till kritiska förhållanden uppstår i korridorerna och passagen i Argos (kritiskt förhållande uppnått genom: T = temperatur, BG = brandgaslagrets höjd).

Fall	Max effekt [MW]	Tid: passage, S [s]	Tid: korridor, S [s]	Tid korridor, N [s]
1. Stängd	2,5	20 (BG)	90 (BG)	>600
	4,6	20 (BG)	80 (BG)	>600
	9,0	15 (BG)	70 (BG)	>600
2. Springa	2,5	20 (BG)	90 (BG)	>600
	4,6	15 (T)	80 (BG)	>600
	9,0	15 (T+BG)	70 (BG)	>600
3. Öppen	2,5	20 (T+BG)	90 (BG)	>600
	4,6	15 (T)	80 (BG)	>600
	9,0	15 (T+BG)	70 (BG)	>600

7.1.2 FDS

Osäkerheten i beräkningarna från Argos är mycket stora på grund av hur geometrin ser ut i brandscenariot. För att validera resultaten från Argos har en CFD-simulering utförts i programmet FDS. Endast fall 3, det vill säga att branddörren står helt öppen, kommer simuleras.

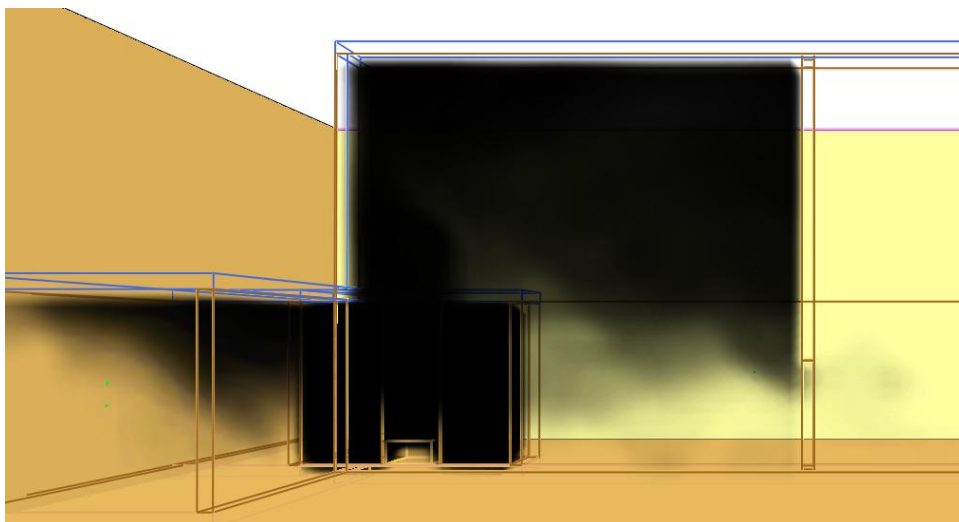
Geometrin som använts i simuleringarna kan ses i Figur 35. Höjden i korridorerna har satts till 3 meter. Den verkliga takhöjden är något högre men en lägre höjd ger snabbare brandgasspridning i simuleringen vilket anses vara konservativt. Scriptfilen som använts för simuleringen samt motiveringar till valda indata presenteras i Bilaga A8.



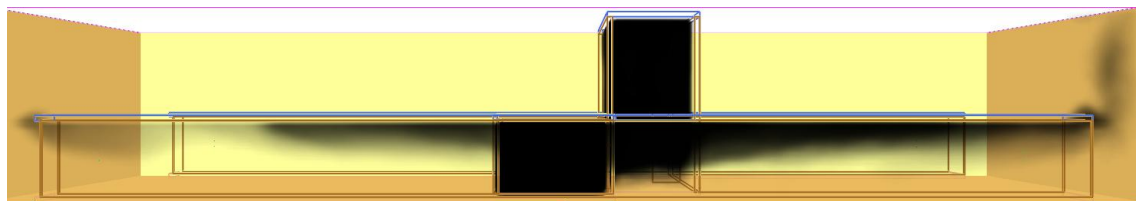
Figur 35. Visar geometrin som använts vid simulering av Brand i bokförrådet i FDS.

Kritiska förhållanden uppstår efter 15 sekunder i passagen mellan korridorerna, efter 30 sekunder i södra korridoren samt efter 180 sekunder i norra korridoren. Simuleringen visar att brandgaslagrets höjd gör att kritiska förhållanden uppstår medan temperatur och strålningsintensitet ligger inom acceptabla nivåer.

Figur 36, Figur 37 och Figur 38 visar brandgasens spridning när kritiska förhållanden uppstår i passagen mellan korridorerna, i södra korridoren samt i norra korridoren. I Tabell 9 presenteras resultaten.



Figur 36. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår i passagen mellan korridorerna efter 15 sekunder.



Figur 37. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår i den södra korridoren efter 30 sekunder.



Figur 38. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår i den norra korridoren efter 180 sekunder.

Tabell 9. Visar resultaten från simuleringen i FDS, när kritiska förhållanden uppstår i de korridorer som ligger i anslutning till bokförrådet. BG = Brangaslagrets höjd

Plats	Tid [s]
Passagen	15 (BG)
Södra korridoren	30 (BG)
Norra korridoren	180(BG)

Jämförelse mellan Argos och FDS

Simuleringen i FDS är gjord utan dörr i passagen mellan norra och södra korridoren. Därför bör resultatet från denna jämföras med resultaten för den Argos-simulering då dörren är öppen. Geometrin i detta brandscenario gör giltigheten för en tvåzonsmodell osäker. Tid till kritiska förhållanden i passagen mellan korridorerna stämmer väl överens mellan FDS- och Argos-simuleringen. I den södra korridoren uppkommer kritiska förhållanden tidigare i FDS-simuleringen i likhet med simuleringen för *brand i aulan*. I den norra korridoren uppkommer aldrig kritiska förhållanden i Argos-simuleringen. Detta resultat ifrågasätts och för vidare beräkningar med säkerhetsmarginal används tiden som beräknats fram i FDS. Detta kan resultera i att beräkningarna är något konservativa och att säkerhetsmarginalen blir mindre än vad den egentligen är.

7.1.3 Tid för utrymning

Då branden antas starta i bokförrådet kommer den bakre utgången som leder ut i den södra korridoren inte vara tillgänglig för personer som befinner sig i aulan. Så länge den självstängande dörren mellan korridorerna fungerar kan all utrymning ske via den norra korridoren, det vill säga den bakre och den främre dörren på norra sidan av aulan. Simuleringen i Simulex har utförts för det fall då den självstängande dörren inte fungerar och brandspridning kan ske i båda korridorerna. Då blir det viktigt att utrymningstiden inte överstiger tiden för kritiska förhållanden att uppkomma i korridorerna. Utrymningen från aulan påverkas inte av utrymningen från andra lokaler i skolan eftersom dessa har andra utrymningsvägar att tillgå.

Varseblivningstid

Med tanke på den kraftiga effektutvecklingen och att en rökdetektor är placerad precis utanför bokförrådet antas det att branden detekteras direkt efter att dörren öppnats. Ingen varseblivningstid används.

Förberedelsetid

Eftersom ett utrymningslarm aktiverar, vilket hjälper de personer som befinner sig i aulan att fatta beslutet att utrymma, antas förberedelsetiden bli 60 sekunder (Frantzich, 2001).

Förflyttningstid

Förflyttningstiden är den tid det tar för personer i aulan att förflytta sig från sina platser ut ur aulan till den norra korridoren och sedan passera de brandcellsavskiljande dörrar som leder till den brandcell som innefattar huvudentrén. När personer når denna brandcell antas de vara säkra. Utrymningsförloppet har simulerats i Simulex där förflyttningstiden blev 209 sekunder. För att visa hur indata påverkar resultatet har även en känslighetsanalys gjorts. Resultatet kan ses i Tabell 10.

Tabell 10. Förflyttningstid vid utrymning av aulan med hänsyn tagen till att branden i bokförrådet blockerar de bakre utgångarna (Simulex).

Tillgängliga utgångar i aulan	Persontyper	Antal personer	Ändringar	Förflyttningstid [s]
Referenssimulering				
Endast främre	Office staff	241	---	100
Endast de på en sida	Office staff	241	---	209
Känslighetsanalys				
Endast främre	Office staff	120	Varannan person på varje rad togs bort	50
Endast främre	Office staff	120	Personerna på varannan rad togs bort	60
Endast främre	Office staff	241	Raderna togs bort	110
Endast främre	School population	241	Ändrad persontyp till school population	105
Endast främre	Office staff	401	Tomrummen i aulan fylldes upp med personer	165

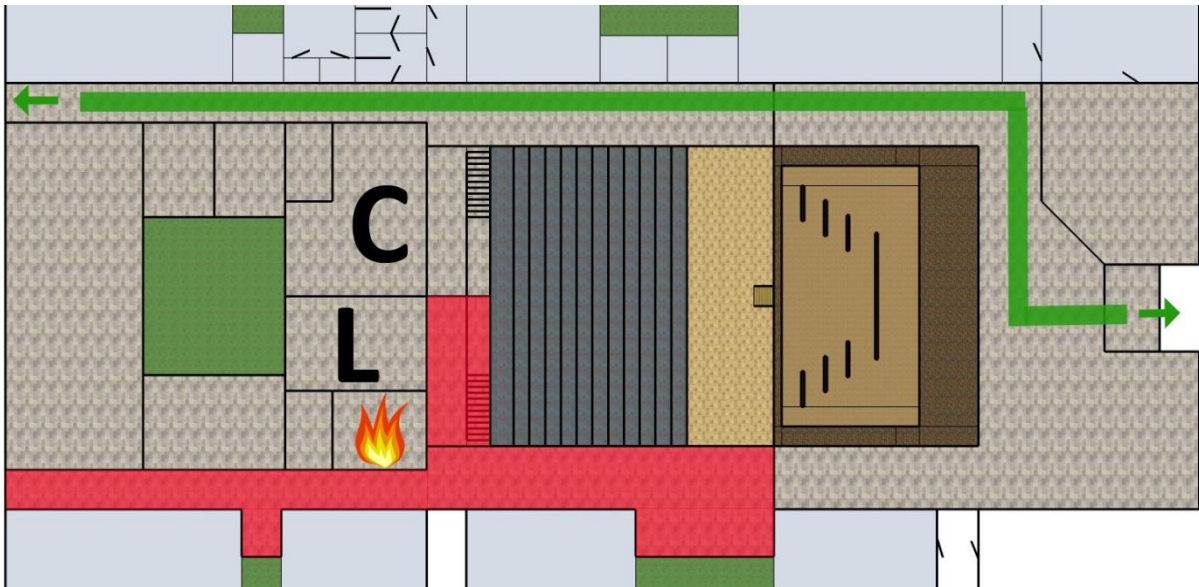
Utrymningstid

Varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid ger tillsammans den totala utrymningstiden vilken blir 269 sekunder.

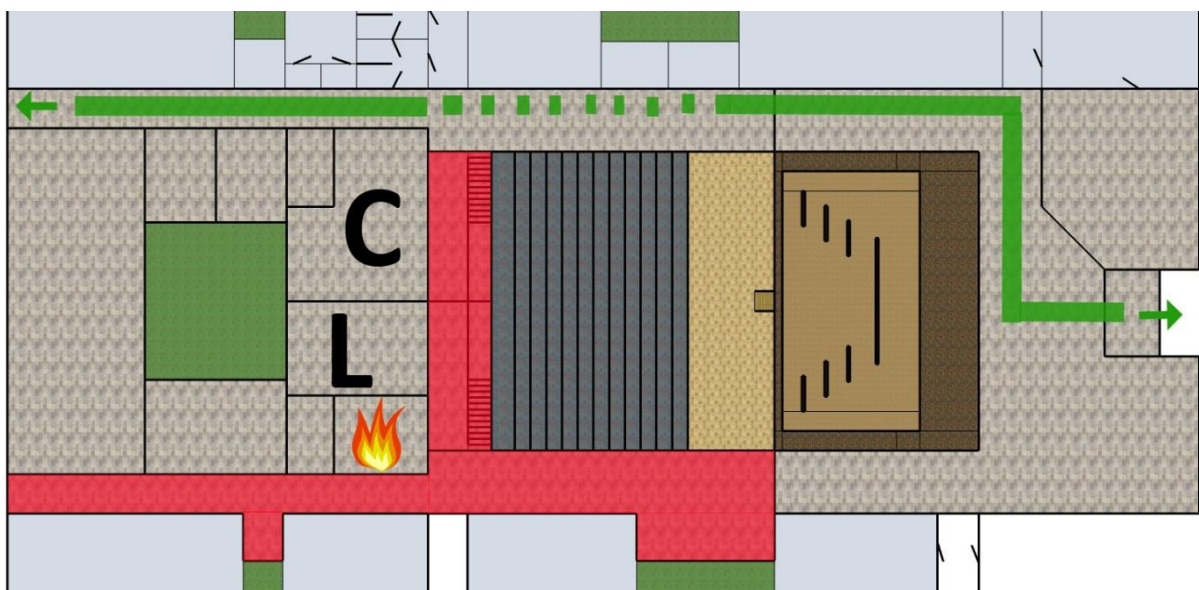
7.2 Utvärdering av befintligt brandskydd

Förutsatt att det befintliga brandskyddet i korridorerna fungerar och är i fullgott skick kommer inga stora konsekvenser uppstå med avseende på personsäkerheten. Detta kräver att alla branddörrar stänger så att de sluter tätt, det vill säga att inga brandgaser kan spridas genom dem (se Figur 39).

Som kan ses i Figur 39 måste SO-lärarrummet utrymma genom den brandgasfyllda zonen. Utrymning via korridorerna anses därför vara omöjlig efter 15-20 sekunder på grund av den kraftiga rökutvecklingen. Åtgärder måste därför vidtas för att säkerställa att utrymning kan ske via ljusgården. Om dörren i passagen mellan den norra och den södra korridoren inte sluter tätt, vilket den inte gör i dagsläget, kommer brandgaserna kunna spridas även till den norra korridoren. Detta medför att utrymning från cafeterian inte kommer vara möjlig genom korridorerna (se Figur 40). Därför krävs även i detta fall åtgärder för att säkerställa att utrymning kan ske via ljusgården. Dock anses utrymning från aulan via den norra korridoren kunna ske på ett tillfredställande sätt genom den östra entrén (se Figur 40).



Figur 39. Visar brandgasspridning vid brand i bokförrådet. Rött/mörkare = ej utrymningsbart, L = SO-lärarrummet, C = caféet.

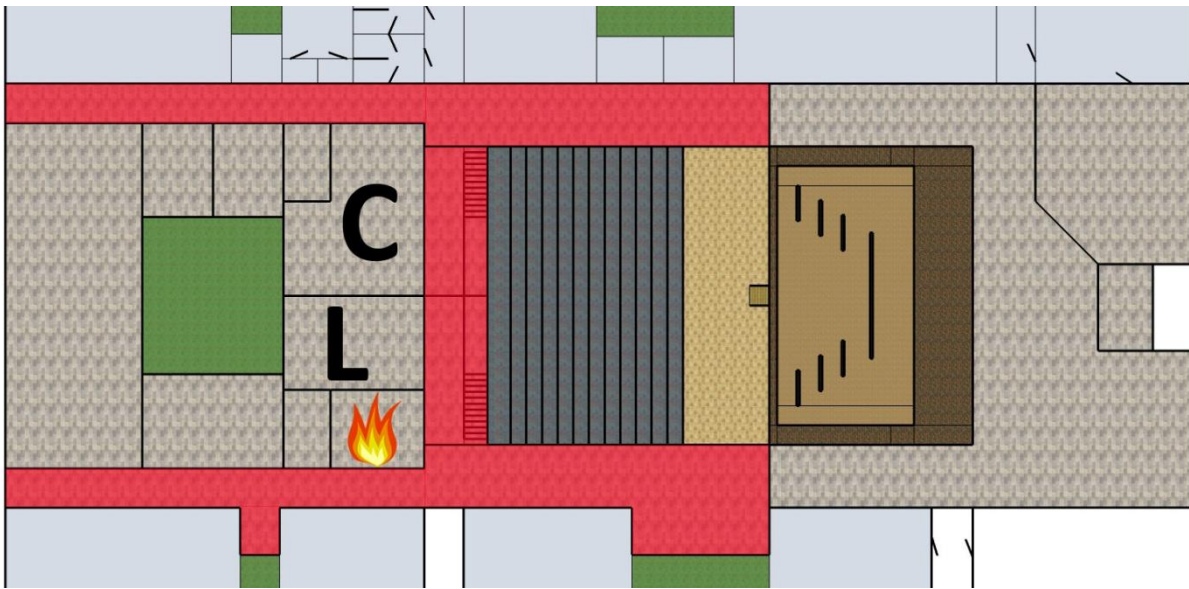


Figur 40. Visar brandgasspridning vid brand i bokförråd. Dörren i passagen sluter ej tätt. Rött/mörkare = ej utrymningsbart.

I fallet där dörren i passagen inte stänger alls uppnås de värsta konsekvenserna. Resultat från FDS-beräkningar används i detta fall då Argos-simuleringarna inte gav någon indikation på brandgasspridning till den norra korridoren. Då kommer brandgasspridningen bli så snabb att varken den södra eller norra korridoren anses vara användbara utrymningsvägar under hela brandförloppet (se Figur 41). Kritiska förhållanden uppstår i den södra korridoren efter 30 sekunder och i den norra korridoren efter 180 sekunder. Då förberedelse tiden är 60 sekunder anses den södra korridoren ej vara användningsbar som utrymningsväg. Då måste all utrymning ske genom utgångarna på en sida, nämligen de som leder till den norra korridoren. Förflyttningstiden blir då 209 sekunder (se Tabell 10). Med en varseblivningstid på 0 sekunder och en förberedelse tid på 60 sekunder blir den totala utrymningstiden 269 sekunder.

$$t_{\text{säkerhetsmarginal}} = t_{\text{kritisk}} - t_{\text{utrymning}} = 180 - 269 = -89 \text{ sekunder}$$

Denna negativa säkerhetsmarginal innebär att samtliga personer som befinner sig i aulan inte kommer hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstått i både den södra och den norra korridoren och därmed gjort att utrymning inte kan ske genom dessa.



Figur 41. Visar brandgasspridning vid bokförrådet. Dörren i passagen fungerar ej. Rött/mörkt = ej utrymningsbart.

8. Diskussion och slutsats av resultaten

Följande avsnitt innehåller diskussion kring skolan, beräkningar och resultaten från tidigare kapitel som avslutas med en övergripande slutsats.

Generellt gäller att beräkningarna bygger på modeller som är en förenklad form av verkligheten. Beräkningsresultaten kräver därför en viss tolkning för att kunna tillämpas i verkligheten. Dessa tolkningar diskuteras nedan medan åtgärderna presenteras i avsnitt 9.

Under arbetets gång har viss viktig information inte funnits tillgänglig. Exempelvis har avsaknaden av ritningsunderlag för ventilationen varit ett sådant problem. Ritningarna fanns inte att tillgå varken på skolan, kommunen eller hos arkitekten. Vid ett av besöken påträffades de ursprungliga ritningarna från slutet av 1970-talet som senare visade sig vara inaktuella då stora delar av ventilationssystemet byggts om i efterhand (Mikkelsen, 2010). Däremot fanns protokollet för den obligatoriska ventilationskontrollen att tillgå via Staffanstorps hus. Den senaste kontrollen var gjord 2009-02-18 och visade på att ventilationen i aulan inte uppfyllde kraven. Detta ska vara åtgärdat, enligt Staffanstorps hus (Splittorff, 2010) men har ej kunnat bekräftas.

En annan informationskälla som saknades var brandskyddsdocumentationen. Hagalidskolan saknar brandskyddsdocumentation vilket försvårade arbetet, bland annat gällande kartläggning av det befintliga brandskyddet. Det fanns dock en väl genomtänkt och uppdaterad handlingsplan (se Bilaga C1) som är inövad tillsammans med elever och personal på skolan (Karlsson G.-I., 2010). Skolan tycks även ha ett väl utvecklat samarbete med den kommunala räddningstjänsten som bland annat är involverad i utrymningsövningar på skolan.

Skolan ger intryck av att satsa mer på brandövningar än översyn av de befintliga brandskyddsinstallationerna (se enkätundersökning Bilaga C4). Exempelvis fungerade inte någon av de testade branddörrarna som ska stänga i händelse av brand och därmed förhindra brandgasspridning. Ett flertal utrymningsvägar var blockerade redan vid första platsbesöket. Detta påtalades och åtgärdades omedelbart men vid ett återbesök några veckor senare var de på nytt blockerade. Sammantaget visar detta på att det fysiska brandskyddet inte tas på fullt allvar av skolan. Även om detta av förståeliga skäl inte är skolans högsta prioritet bör satsningar göras för att höja medvetenheten kring brandsäkerheten då denna kan vara avgörande vid en eventuell brand.

8.1 Diskussion: aulan

Vid scenbranden i aulan uppstår kritiska förhållanden efter 195 sekunder. Detta beror på brandens höga tillväxthastighet samt den låga takhöjden längst bak i aulan. Fullständig utrymning av aulan har beräknats ta 167 sekunder, vilket ger en säkerhetsmarginal på 28 sekunder. Det är en positiv säkerhetsmarginal vilket innebär att samtliga har lämnat aulan när kritiska förhållanden uppstår. Dock bedöms säkerhetsmarginalen inte vara tillräckligt stor och vissa åtgärder bör vidtas.

Resultaten från Argos prioriterades generellt före resultaten från FDS då samtliga författare av denna rapport har undervisats i simuleringsprogrammet Argos men ej i FDS. Då Argos räknar med momentan utbredning av brandgaser försummas transporttiden av brandgaserna ut i aulan vilket ger konservativa värden. Detta innebär att i det verkliga fallet blir tiden till kritiska förhållanden uppstår något längre. I simuleringarna har samtliga dörrar till aulan antagits stå öppna ut i det fria. I det verkliga fallet står dörrarna öppna mot korridorerna vilket ger ett begränsat luftflöde in i aulan. Därmed kommer flödet av brandgaser ut genom brandgasluckorna att minska. Detta leder till att brandgasluckornas funktion försämras avsevärt då brandgasventilering är beroende av tilluft.

De känslighetsanalyser som utförts visar på relativt stora skillnader beroende på vilken tillväxthastighet som väljs vid scenbranden. Väljs till exempel medium istället för fast fördubblas tiden till kritiska förhållanden vilket hade gett en betydligt större säkerhetsmarginal. Tiden till fullständig utrymning är starkt beroende av hur många utrymningsvägar som kan användas. Om exempelvis endast de främre utrymningsvägarna kan användas ökar tiden till fullständig utrymning från 77 till 100 sekunder. Detta ger en säkerhetsmarginal på endast 5 sekunder vilket inte anses tillräckligt säkert. Om effektutvecklingen från

branden blir så stor att de främre utrymningsvägarna ej kan användas, till exempel vid en föreställning där mycket brännbart material används som rekvisita, ökar tiden för fullständig utrymning till 189 sekunder. Om utgångarna på en sida av någon anledning inte kan användas och tvingar personerna i aulan att utrymma genom utgångarna på den andra sidan vilket ökar tiden för fullständig utrymning till 299 sekunder. Detta leder till att tiden för utrymning överstiger tiden till kritiska förhållanden uppstår i lokalen.

8.2 Slutsats: aulan

I händelse av brand på scenen är den nuvarande situationen i aulan ej acceptabel. Tiden det tar att fullständigt utrymma aulan ligger för nära tiden till kritiska förhållanden uppstår. En säker utrymning bedöms ej kunna genomföras.

8.3 Diskussion: bokförrådet

I händelse av brand i bokförrådet kommer kritiska förhållanden i korridoren inträffa relativt snabbt i jämförelse med tid till kritiska förhållanden i aulan. De antaganden som görs, att branden uppnår maximal effekt momentant då dörren öppnas och att den maximala effekten kan uppgå till 4,6 MW, är konservativa. I det verkliga fallet kan ett brandförlopp utvecklas mycket snabbt och i vissa fall explosionsartat på grund av att den varit underventilerad fram tills dörren öppnats. Gällande den maximala effekten är den beräknad utifrån rummets volym, det vill säga beräknad med avseende på mängden luft som finns tillgänglig för förbränning av materialet i rummet. I ett verkligt fall kan brandens maximala effekt vara något lägre. Den teoretiskt maximala effekten användes i beräkningarna för att kvarstanna inom rimliga gränser men ändå räkna konservativt.

Vid platsbesöket visade det sig att dörrarna i passagen mellan den norra och södra korridoren inte slöt tätt. För att undersöka känsligheten i beräkningarna gjordes simuleringar för stängda, otäta och helt öppna dörrar med den tidigare bestämda effekten satt till 4,6 MW (resultaten sammanfattas i Tabell 11). Brandförloppet simulerades även med olika maximala effekter för att kontrollera konsekvenserna av dessa. Det visade sig göra en skillnad på 5-10 sekunder om man jämförde den valda effekten genom att dels halvera den och dels fördubbla den.

Tabell 11. Sammanfattar resultaten från de olika simuleringarna.

Tid till kritiska förhållanden uppstår i respektive simuleringsprogram med öppna dörrar i passagen			
Plats	Argos [s]	FDS [s]	Skillnad [s]
Korridor, N	>600	180	420
Passage, S	15	15	0
Korridor, S	80	30	50

Resultaten varierar beroende på vilket program som använts. När det gäller passagens södra sida visar både Argos och FDS att kritiska förhållanden uppstår efter 15 sekunder. Däremot visar de inte samma resultat i de andra fallen med den norra och södra korridoren. Där skiljer sig resultaten kraftigt från varandra vilket tyder på en osäkerhet. Då geometrin i korridorerna inte är optimal för Argos bör FDS-resultaten tolkas som mest trovärdiga.

Simuleringarna i Simulex i kombination med beräkningarna av utrymningstiden visar att de personer som befinner sig i aulan utrymmer på totalt 299 sekunder om de enbart använder utgångarna på en sida. Detta scenario kan tänkas uppkomma då kritiska förhållanden i den södra korridoren uppstår väldigt snabbt. Tiden till fullständig utrymning av aulan överstiger tiden till kritiska förhållanden i den norra korridoren vilket betyder att samtliga som befinner sig i aulan inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

Oavsett vilka resultat man väljer att använda för vidare analys visar resultaten att säker utrymning inte kan garanteras om brandgaserna tillåts spridas till den norra korridoren. Dels på grund av de varierande resultaten och att marginalerna redan är relativt små.

8.4 Slutsats: bokförrådet

Som diskussionen i föregående avsnitt visar kan inte säker utrymning garanteras med branddörrarnas befintliga skick. I händelse av brand i bokförrådet kommer den södra korridoren rökfyllas snabbt. Om man kan säkerställa att branddörrarna i passagen sluter tätt kommer brandgasspridningen begränsas till den södra korridoren och personer i aulan kan utrymma genom den norra korridoren under ”obegränsad” tid.

Branden bör i största mån begränsas och fördröjas i sitt inledande skede. Det kommer påverka brandens utvecklingshastighet som i sin tur kommer påverka utrymningsförloppet. Fördröjning/begränsning av branden kan uppnås genom ett antal olika lösningar som till exempel dörrstängare på bokförrådsdörren och med manuella släcksystem kombinerade med något detektionssystem i förrådet.

9. Åtgärder

I följande avsnitt presenteras förslag till åtgärder. Varje förslag valideras var för sig och jämförs mot det nuvarande brandskyddet. Åtgärdsförslagen delades upp i *skall* och *bör* utföras, där ordet *skall* understryker åtgärdens vikt för personsäkerheten i byggnaden. Förslagen formulerade *bör* utföras ska ses som en rekommendation som förbättrar brandskyddet.

9.1 Allmänna åtgärder

Här följer åtgärdsförslag för att förbättra brandskyddet på skolan.

- En översyn av samtliga branddörrar och dörrstängare *skall* utföras samt reparation av bristfälliga sådana för att säkerställa deras funktion.
- Fasta stegar som leder upp på taket *skall* monteras i samtliga ljusgårdar.
- Dolda utrymningsskyltar *skall* flyttas så de syns tydligt från hela lokalen.
- En brandskyddsdokumentation *skall* arbetas fram och ventilationsritningar för hela skolan *skall* uppdateras.
- Dåligt tätade genomföringar genom brandcellsgränser *skall* åtgärdas så brandgasspridning kan begränsas i större utsträckning.
- Självstängare *bör* installeras på skolans alla brandklassade dörrar.
- Skolans personal *bör* informeras om att utrymningsvägar inte får blockeras och varför det är viktigt.
- Rökdetektorer *bör* installeras i samtliga lokaler.

9.2 Aulan: åtgärder

Här följer åtgärdsförslag med möjliga praktiska lösningar i kursivt.

1. Dörrar

För att säkerställa utrymning av aulan *skall* samtliga utrymningsvägar uppfylla sin funktion.

Öppningshandtagen bör ha en hjälpande text eller bild då dess funktion inte är helt logisk i dagsläget. De kan även bytas ut mot så kallade panikreglar för att lättare kunna öppnas i utrymningsituationer. Märka ut utrymningsvägarna bakom scenen med genomlysta skyltar så att personer på scenen uppmärksammar dem.

2. Aktivering av brandlarm

För att personer i aulan och övriga delar av skolan ska varnas vid brand *skall* brandlarmet snabbt och enkelt kunna aktiveras.

Installera larmknapp för manuell aktivering av brandlarmet i aulan; bakom scenen, vid de främre och bakre utrymningsvägarna.

3. Nödbelysning

I samlingslokaler så som aulan *skall* nödbelysning finnas (Boverket, 2008).

Installera nödbelysning längs väggarna på låg höjd.

4. Underhåll av brandgasluckorna

Då brandgasluckorna fördröjer tiden till kritiska förhållanden uppstår *skall* dessa alltid fungera på ett tillfredställande sätt.

Inför regelbunden service och funktionskontroll av brandgasluckorna.

5. Begränsning av brandtillväxten

Tiden till kritiska förhållanden uppstår styrs av hur snabbt branden tillväxer. För att förlänga tiden *skall* åtgärder för att begränsa brandtillväxtens hastighet vidtas.

*Byta ut dekorerna på scen mot dekorer i ett flamskyddat material.
Placera ut handbrandsläckare framför scenen.*

6. Fler brandgasluckor samt tilluft

För att fördröja och förhindra brandgaslagrets tillväxt bör öppningsytan ökas och tilluft säkerställas.
Genom att installera ytterligare en brandgaslucka av samma storlek och typ som de befintliga samt att säkerställa någon form av tilluft till aulan kommer en tillfredställande ventilering av brandgaser uppnås.

9.3 Aulan: validering av åtgärder

Utvärdering av de föreslagna åtgärderna.

1. Dörrar

Om dörrarnas öppningshandtag förses med en hjälpande text eller bild underlättas utrymningen eftersom dörrarna kan öppnas fortare. Det förhindrar även stora stopp köbildning i utrymningsvägarna (Bilaga A5). Om utrymningsvägarna bakom scenen tydligt märks ut blir det lättare för personer på scenen att uppfatta dem.

2. Aktivering av brandlarm

Om aktivering av utrymningslarmet underlättas kommer övriga personer som vistas i skolan varnas i ett tidigare skede och kan då utrymma på ett säkrare sätt. Utrymningslarmet kommer även påskynda utrymningen av personer i aulan eftersom varseblivningstiden kortas ner. Aktivering leder även till att räddningstjänsten larmas i ett tidigare skede vilket har stor betydelse vid livräddning och begränsning av skador som kan uppstå i samband med brand.

3. Nödbelysning

I samlingslokaler ska nödbelysning finnas för att underlätta utrymning vid exempelvis strömavbrott. Vid brand kommer brandgaslagret snabbt skymma belysningen i taket och sikten begränsas, utan nödbelysning kommer utrymningen försvåras avsevärt. Detta är även ett krav för samlingslokaler enligt BBR (Boverket, 2008).

4. Underhåll av brandgasluckorna

Brandgasluckornas funktion måste säkerställas för att resultaten i denna rapport ska vara giltiga. Beräkningar utan fungerande brandgasluckor leder till att kritiska förhållanden uppstår innan samtliga hunnit utrymma lokalen. Detta innebär att brandgaslagrets höjd sänks till en så låg nivå att utrymning anses bli omöjlig att genomföra för de kvarvarande personerna. Beräkningarna för dessa resultat redovisas i Bilaga C5.

5. Begränsning av brandtillväxten

Åtgärdsförslagen bör sänka brandens tillväxthastighet så att den går mot medium-tillväxt istället för den nuvarande fast-tillväxten. Detta innebär att tiden till kritiska förhållanden vid de bakre utrymningsvägarna uppgår till 390 sekunder istället för nuvarande 195 sekunder. Vid de främre utgångarna kommer aldrig kritiska förhållanden att uppstå.

6. Fler brandgasluckor samt tilluft

Med tre brandgasluckor visar simuleringar att brandgaslagrets höjd håller sig på fem meter vilket anses vara en säker höjd för de personer som ska utrymma ur lokalen, både via de bakre och främre utgångarna. Simuleringar har gjorts för att visa att åtgärderna är tillräckliga för säker utrymning. I simuleringen har tre brandgasluckor antagits aktivera med en öppningstid på 60 sekunder. Den totala öppningsytan uppgår till 6,84 m². Resultaten av de nya simuleringarna sammanfattas i Tabell 12 och finns i sin helhet i Bilaga B1. Notera även att kritisk höjd på brandgaslagret uppnås i detta fall men endast under ett fåtal sekunder (efter 195 sekunder) innan brandgasluckorna har öppnats helt. Därefter stabiliseras brandgaslagret på en säker höjd och kvarstannar där under hela utrymningsförloppet. Därför antas kritiska förhållanden ej uppstå. Då simuleringarna i Argos har antagit att dörrar är öppna till omgivningen har tilluft för brandgasventilationen funnits. För att uppnå resultaten från simuleringen i verkligheten behöver därför tilluft till aulan installeras.

Tabell 12. Tid till kritiska förhållanden uppstår i aulan genom att brandgaslagret sänks till en osäker nivå (Argos).

Utgång	Tillväxthastighet	Tid [s]	Effekt [MW]
Tre brandgasluckor			
Nedre	Fast	---	---
Övre	Fast	---	---
Två brandgasluckor			
Nedre	Fast	330	5
Övre	Fast	195	2
Inga brandgasluckor			
Nedre	Fast	320	5
Övre	Fast	195	2

9.4 Bokförrådet: åtgärder

Här följer åtgärdsförslag med möjliga praktiska lösningar i kursivt.

1. Självstängande dörr

Självstängare på dörren till bokförrådet *bör* installeras.

En självstängande branddörr skulle stänga inne och dämpa branden under minst trettio minuter.

2. Manuell brandsläckningsutrustning

Då bokförrådet kan utveckla en kraftig brand *bör* manuell brandsläckningsutrustning finnas tillgänglig.

Då rummet innehåller elektronik kan en kolsyresläckare vara lämplig att använda.

3. Rökdetektor i bokförrådet

För att begränsa skador på människor och egendom *bör* branden upptäckas så tidigt som möjligt. Därför *bör* detektionssystem för brand installeras i bokförrådet.

Installera rökdetektor ansluten till det övriga brandlarmsystemet i bokförrådet.

4. Nätverkscentralens placering

Då nätverkscentralen kan vara en tändkälla *bör* en alternativ placering av denna övervägas.

Ett eget obrännbart skåp med ventilation eller annan lämplig placering av nätverkscentralens komponenter (om inte ett särskilt rum används).

9.5 Bokförrådet: validering av åtgärder

Utvärdering av de föreslagna åtgärderna.

1. Självstängande dörr

En självstängare i kombination med den redan befintliga branddörren i bokförrådet är en effektiv åtgärd för att förhindra att en brand utvecklas till rapportens representativa ”worst credible case”-scenario. Dörren kan då inte längre lämnas öppen vid en brand och förlänger således tiden till kritiska förhållanden uppstår i korridoren utanför. Detta leder till säkrare utrymning i händelse av brand.

2. Manuell brandsläckningsutrustning

Om en handbrandsläckare finns i nära anslutning till bokförrådet kan en tidig insats påbörjas i händelse av brand. En insats med kolsyra skulle släcka eller dämpa branden utan att skada de känsliga elektronikkomponenterna ytterligare. En första insats är beroende av tidig detektion (se åtgärdsförslag gällande detektorer i alla rum).

3. Rökdetektor i bokförrådet

Om en detektor placeras i bokförrådet kan en eventuell brand detekteras och begränsas i ett tidigt skede. Brandscenariot i bokförrådet representerar den totala konsekvensen för ett antal liknande utrymmen i skolan. En brand som upptäcks i tid blir oftast inte lika allvarlig som de scenarier beskrivna i rapporten.

4. Nätverkscentralens placering

Om nätverkscentralen flyttas till ett enskilt rum utan brännbart material eller byggs in i ett obrännbart skåp med ventilation elimineras den sannolika tändkällan för rummet. Detta förhindrar inte brand men kan begränsa en eventuell brands omfattning. Notera att elektronikkomponenter och kablar brinner intensivt med kraftig utveckling av giftiga brandgaser. På grund av detta bör åtgärden kombineras med en rökdetektor i det aktuella utrymmet.

Referenser

- Bengtson, S., Jönsson, R., & Frantzich, H. (2005). *Brandskyddshandboken: en handbok för projektering av brandskydd i byggnader*. Lund: Lunds tekniska högskola, Lunds universitet.
- Boverket. (2008). *Boverkets byggregler 15: BFS 1993:57*. Karlskrona: Boverket.
- Diego, M. (2010). Ventisol Brandventilatorer AB.
- DiNunno, P. J. (2002). *SFPE handbook of fire protection engineering*. Quincy, Mass.: National Fire Protection Ass.
- Drysdale, D. (1998). *An Introduction to Fire Dynamics* (2 uppl.). Chichester: Wiley.
- Fire Modeling Programs*. (u.d.). Hämtat från National Institute of Standards and Technology: <http://www.bfrl.nist.gov/866/fmabbs.html#DETTACTT2> den 21 April 2010
- Frantzich, H. (2006). *Utrymningsdimensionering*. Karlskrona: Boverket.
- Granemark, S.-I. (den 15 03 2010). Forskningsingenjör.
- Karlsson, B., & Quintiere, J. G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Karlsson, G.-I. (2010). Rektor, Hagalidskolan.
- Marklund, M. (den 08 02 2010). Stf räddningschef.
- McGrattan, K., & Klein, B. (2008). *Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide*. Gaithersburg, Maryland: National Institute of Standards and Technology.
- McIntyre, C. (den 18 02 2010). MSB.
- Mikkelsen, M. (den 08 02 2010). Skolvaktmästare, Hagalidskolan.
- Nilsson, D. (den 10 03 2010). Biträdande universitetslektor.
- Persson, N. (den 08 02 2010). Brandinspektör.
- Planverket. (1975). *Svensk byggnorm: SBN 1975: föreskrifter, råd och anvisningar för byggnadsväsendet utfärdade med stöd av 76§ byggnadsstadgan*. Stockholm: Statens planverk.
- Splittorff, J. (2010). Driftledare, Staffanstorps AB.
- Staffanstorps kommun*. (u.d.). Hämtat från <http://www.staffanstorp.se> den 15 02 2010
- Särdqvist, S. (1993). *Initial Fires: RHR, smoke production and CO generation from single items and room fire tests*. Lund: Brandteknik.

Figurförteckning

Figur 1. Visar Hagalidskolan: översikt.	2
Figur 2. Visar avgränsningarna som rapporten behandlar. Skuggade delar av skolan studeras ej.	3
Figur 3. Visar ett flygfoto över Hagalidskolan med huvudentré, avgränsning och aula markerad.	5
Figur 4. Visar Hagalidskolans östra entré (huvudentré).	5
Figur 5. Visar en översiktsplan över Hagalidskolan med avgränsning.	6
Figur 6. Visar aulan sedd från scenen.	7
Figur 7. Visar aulan med överblick över scenen från det bakre (nordvästra) hörnet.	7
Figur 8. Visar en korridor med anslutning till en ljusgård.	8
Figur 9. Visar entrén med elevskåp och pingisbord.	8
Figur 10. Visar bokförrådet och nätverkscentralen.	9
Figur 11. Visar caféet.	9
Figur 12. Visar biblioteket.	10
Figur 13. Visar brandcellsindelningen som är markerad i figuren.	11
Figur 14. Visar inredningen i den norra korridoren.	13
Figur 15. Visar passagen i den norra korridoren.	14
Figur 16. Visar utrymningsplan, aulan.	15
Figur 17. Visar utrymningsplan, aulan.	15
Figur 18. Visar aulan sett från den ena främre utgången.	16
Figur 19. Visar en bakre utgång i aulan.	17
Figur 20. Visar en blockerad utrymningsväg i textilslöjden.	18
Figur 21. Visar en blockerad utrymningsväg i biblioteket.	18
Figur 22. Visar dörrar i korridoren i sitt stängda läge. Brandgaserna sprids lätt genom springan.	19
Figur 23. Visar en branddörr (E30-C) i sitt stängda läge. Den står i vanliga fall uppställd mot.	19
Figur 24. Visar utrymningsväg från scenen i aulan som saknar utrymnings skylt.	20
Figur 25. Visar dåligt tätade genomföringar.	20
Figur 26. Visar tillväxthastigheter enligt α -värden i Tabell 2 nedan.	23
Figur 27. Visar en schematisk bild av brandrummets indelning.	24
Figur 28. Visar brandscenarier utsatta i en riskmatris. Risken är minst i det nedre vänstra hörnet och störst i det övre högra hörnet.	29
Figur 29. Visar nätverkscentralen i bokförrådet.	30
Figur 30. Visar en översiktsbild över området som berörs av en brand i bokförrådet.	31
Figur 31. Visar geometrin som använts vid simulering av <i>Brand i aulan</i> i FDS.	35
Figur 32. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår vid de övre utgångarna efter 90 sekunder.	35
Figur 33. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår vid de nedre utgångarna efter 130 sekunder.	36
Figur 34. Visar en illustration över hur geometrin ritats upp i Argos.	39
Figur 35. Visar geometrin som använts vid simulering av <i>Brand i bokförrådet</i> i FDS.	41
Figur 36. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår i passagen mellan.	41
Figur 37. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår i den södra korridoren efter 30 sekunder.	42
Figur 38. Visar brandgasernas spridning när kritiska förhållanden uppstår i den norra korridoren efter 180 sekunder.	42
Figur 39. Visar brandgasspridning vid brand i bokförrådet. Rött/mörkare = ej utrymningsbart, L = SO-lärarrummet, C = caféet.	44
Figur 40. Visar brandgasspridning vid brand i bokförråd. Dörren i passagen sluter ej tätt. Rött/mörkare = ej utrymningsbart.	44
Figur 41. Visar brandgasspridning vid bokförrådet. Dörren i passagen fungerar ej. Rött/mörkt = ej utrymningsbart.	45
Figur 42. Visar medeltemperatur i rummet, medium.	75
Figur 43. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, medium.	75
Figur 44. Visar optisk densitet i rummet, medium.	76
Figur 45. Visar effektutvecklingen, medium.	76
Figur 46. Visar medeltemperatur i rummet, fast.	77
Figur 47. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, fast.	77

Figur 48. Visar optisk densitet i rummet, fast.....	78
Figur 49. Visar effektutvecklingen, fast.....	78
Figur 50. Visar medeltemperatur i rummet, ultra fast.....	79
Figur 51. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, ultra fast.....	79
Figur 52. Visar optisk densitet i rummet, ultra fast.....	80
Figur 53. Visar effektutvecklingen, ultra fast.....	80
Figur 54. Visar placering av personer i aulan.....	81
Figur 55. Visar placering av personer för utrymning av hela skolan.....	82
Figur 56. Visar utrymningsförloppet av hela skolan efter 57 sekunder.....	82
Figur 57. Visar utrymningsförloppet av hela skolan efter 100 sekunder när samtliga personer från aulan har utrymt till en säker brandcell.....	83
Figur 58. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder för standardfallet. Den totala utrymningstiden blev 77 sekunder.....	84
Figur 59. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när endast de bakre utgångarna används. Den totala utrymningstiden blev 190 sekunder.....	84
Figur 60. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när endast utgångarna från en sida används. Den totala utrymningstiden blev 210 sekunder.....	85
Figur 61. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan ökas till 401 personer. Den totala utrymningstiden blev 150 sekunder.....	85
Figur 62. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 75 sekunder.....	86
Figur 63. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan person på varje rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 45 sekunder.....	86
Figur 64. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när raderna togs bort. Den totala utrymningstiden blev 105 sekunder.....	87
Figur 65. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder för standardfallet. Den totala utrymningstiden blev 100 sekunder.....	88
Figur 66. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan ökas till 401 personer. Den totala utrymningstiden blev 165 sekunder.....	88
Figur 67. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 60 sekunder.....	89
Figur 68. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan person på varje rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 50 sekunder.....	89
Figur 69. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när raderna togs bort. Den totala utrymningstiden blev 105 sekunder.....	90
Figur 70. Visar medeltemperatur i rummen, öppen passagedörr, 2,5 MW.....	93
Figur 71. Visaravståndet mellan golvet och brandgaslagret, öppen passagedörr, 2,5 MW.....	93
Figur 72. Visar medeltemperatur i rummen, öppen passagedörr, 4,6 MW.....	94
Figur 73. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, öppen passagedörr, 4,6 MW.....	94
Figur 74. Visar medeltemperatur i rummen, öppen passagedörr, 9 MW.....	95
Figur 75. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, öppen passagedörr, 9 MW.....	95
Figur 76. Visar medeltemperatur i rummen, 2 cm springa i passagedörr, 2,5 MW.....	96
Figur 77. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, 2 cm springa i passagedörr, 2,5 MW.....	96
Figur 78. Visar medeltemperatur i rummen, 2 cm springa i passagedörr, 4,6 MW.....	97
Figur 79. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, 2 cm springa i passagedörr, 4,6 MW.....	97
Figur 80. Visar medeltemperatur i rummen, 2 cm springa i passagedörr, 9 MW.....	98
Figur 81. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, 2 cm springa i passagedörr, 9 MW.....	98
Figur 82. Visar medeltemperatur i rummen, stängd passagedörr, 2,5 MW.....	99
Figur 83. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, stängd passagedörr, 2,5 MW.....	99
Figur 84. Visar medeltemperatur i rummen, stängd passagedörr, 4,6 MW.....	100
Figur 85. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, stängd passagedörr, 4,6 MW.....	100
Figur 86. Visar medeltemperatur i rummen, stängd passagedörr, 9 MW.....	101
Figur 87. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, stängd passagedörr, 9 MW.....	101

Figur 88. Visar hastigheten på gaser vid den övre nödutgången. Negativa värden anger att gaserna strömmar in i aulan.	103
Figur 89. Visar effektutveckling från branden i aulan.	104
Figur 90. Visar effektutveckling från branden i bokförrådet.....	104
Figur 91. Visar medeltemperatur i rummet, tre brandgasluckor.....	111
Figur 92. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, tre brandgasluckor.	111
Figur 93. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, fast.	131

Tabellförteckning

Tabell 1. Maximala värden för att definiera kritiska förhållanden.	21
Tabell 2. De fyra α -standardvärdena.	23
Tabell 3. Fördelning av möjliga brandscenarier med sannolikhet och konsekvens, en så kallad grovanalys.	28
Tabell 4. Aktiveringstider för smältblecken i aulan med olika RTI-värden som en känslighetsanalys.	33
Tabell 5. Tid till kritiska förhållanden uppstår i Argos (kritiskt förhållande uppnått genom: T = temperatur, BG = brandgaslagrets höjd, S = siktbarhet).	34
Tabell 6. Visar resultaten från simuleringen i FDS, då kritiska förhållanden uppstår i aulan. BG = brandgaslagrets höjd.	36
Tabell 7. Förflyttningstid vid utrymning av aulan i Simulex.	37
Tabell 8. Tid till kritiska förhållanden uppstår i korridorerna och passagen i Argos (kritiskt förhållande uppnått genom: T = temperatur, BG = brandgaslagrets höjd).	40
Tabell 9. Visar resultaten från simuleringen i FDS, när kritiska förhållanden uppstår i de korridorer som ligger i anslutning till bokförrådet. BG = Brandgaslagrets höjd.	42
Tabell 10. Förflyttningstid vid utrymning av aulan med hänsyn tagen till att branden i bokförrådet blockerar de bakre utgångarna (Simulex).	43
Tabell 11. Sammanfattar resultaten från de olika simuleringarna.	48
Tabell 12. Tid till kritiska förhållanden uppstår i aulan genom att brandgaslagret sänks till en osäker nivå (Argos).	53
Tabell 13. Synfaktorvärden.	68
Tabell 14. Visar infallande strålning [kW/m ²] på avståndet Z som funktion av flamtjockleken d.	70
Tabell 15. Ingångsvärden, Detact T2.	73
Tabell 16. Tid till kritiska förhållanden uppstår i aulan genom att brandgaslagret sänks till en osäker nivå (Argos).	131

Nomenklatur

α	Flammans absorptionskoefficient	[-]
ε	Emissionstal	[-]
α	Tillväxthastigheten, materialberoende	[kW/s ²]
σ	Stefan-Boltzmanns konstant $5,67 \cdot 10^{-8}$	[w/m ² K ⁴]
ϕ	Synfaktor	[-]
A_0	Öppningsarea	[m ²]
d	Flammans djup	[m]
E	Utsänd strålning	[W/m ²]
H_0	Öppningens höjd	[m]
Q	Energi	[kJ]
\dot{Q}	Effekten från branden	[kW]
\dot{Q}_{max}	Maximala effektutvecklingen	[kW]
\dot{q}''	Infallande strålningsintensitet	[kW/m ²]
T	Flammans temperatur	[K]
t	Tid	[s]
T_0	Starttemperatur	[°C]
T_{det}	Detektionstemperatur	[°C]
T_{gas}	Gastemperatur	[°C]
v	hastighet	[m/s]
X	Halva flammans bredd	[m]
Y	Halva flamhöjden	[m]
Z	Avståndet från branden till den punkt synfaktorn skall beräknas	[m]

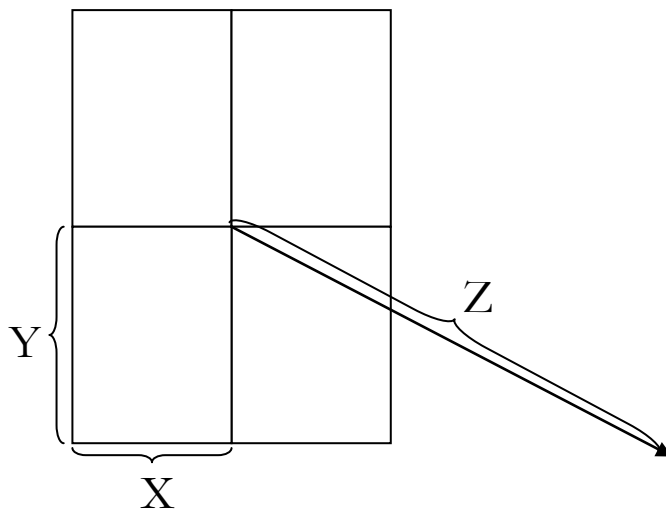
Bilagor för beräkningar och simuleringar av befintligt brandskydd [A]

Bilaga A1**Beräkning med känslighetsanalys av infallande strålning mot de främre utrymningsvägarna, aulan**

Först har synfaktorn från branden på scenen beräknats och därefter den utsända strålningen från branden. Dessa värden har multiplicerats ihop för att få en infallande strålningsintensitet.

Synfaktor

Metoden som har använts för beräkning av synfaktorn är den som beskrivs i kapitel 16.4.2 i Brandskyddshandboken (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005). Uppställningen för beräkningen blir då som följer.



X = halva flammans höjd [m]

Y = halva flamhöjden [m]

Z = avståndet från branden till den punkt synfaktorn skall beräknas [m]

Flammans storlek antas vara lika stor som draperierna på scenen, vilka mäter ungefär $6 \cdot 4 \text{ m}^2$ ($B \cdot H$). Detta ger $X = 3 \text{ m}$ och $Y = 2 \text{ m}$. Avståndet från branden till punkten synfaktorn ska beräknas för, antas vara lika avståndet från mitten på scenen till de främre utrymningsvägarna, sätts till $Z = 10 \text{ m}$.

Värdet på synfaktorn har sedan fåtts från Tabell 13.

Tabell 13. Synfaktorvärden.

α	S = 1	S = 0,9	S = 0,8	S = 0,7	S = 0,6	S = 0,5	S = 0,4	S = 0,3	S = 0,2	S = 0,1
2,0	0,178	0,178	0,177	0,175	0,172	0,167	0,161	0,149	0,132	0,102
1,0	0,139	0,138	0,137	0,136	0,133	0,129	0,123	0,113	0,099	0,075
0,9	0,132	0,132	0,131	0,130	0,127	0,123	0,117	0,108	0,094	0,071
0,8	0,125	0,125	0,124	0,122	0,120	0,116	0,111	0,102	0,089	0,067
0,7	0,117	0,116	0,116	0,115	0,112	0,109	0,104	0,096	0,083	0,063
0,6	0,107	0,107	0,106	0,105	0,103	0,100	0,096	0,088	0,077	0,058
0,5	0,097	0,096	0,096	0,095	0,093	0,090	0,086	0,080	0,070	0,053
0,4	0,084	0,083	0,083	0,082	0,081	0,079	0,075	0,070	0,062	0,048
0,3	0,069	0,068	0,068	0,068	0,067	0,065	0,063	0,059	0,052	0,040
0,2	0,051	0,051	0,050	0,050	0,049	0,048	0,047	0,045	0,040	0,032
0,1	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,027	0,026	0,024	0,021
0,09	0,026	0,026	0,026	0,026	0,025	0,025	0,025	0,024	0,022	0,019
0,08	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,022	0,022	0,020	0,017
0,07	0,021	0,021	0,021	0,021	0,020	0,020	0,020	0,019	0,018	0,016
0,06	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,017	0,017	0,017	0,016	0,014
0,05	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,014	0,014	0,013
0,04	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,011	0,010
0,03	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,008
0,02	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
0,01	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003

$$S = \frac{Y}{X} = \frac{2}{3} = 0,66$$

$$\alpha = \frac{Y \cdot X}{Z^2} = \frac{2 \cdot 3}{10^2} = 0,06$$

Med givna α - och S-värden interpoleras synfaktorn fram från tabellen, vilket blir 0,018. Då mått på flamman har antagits på $\frac{1}{4}$ av flamman multipliceras den interpolerade synfaktorn med 4, vilket blir 0,072.

För beräkning av utsänd strålning ekv. 16.1 i Brandskyddshandboken använts (Bengtson, Jönsson, & Frantzych, 2005).

$$E = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \text{ (ekv. 16.1 Brandskyddshandboken)}$$

$$E = \text{utsändstrålning}[W/m^2]$$

$$\varepsilon = \text{emmissionstal}[-]$$

$$T = \text{flammans temperatur}[K]$$

(antas vara 1273 K, vilket har antagits från avsnitt 16.3.1 i Brandskyddshandboken)

$$\sigma = \text{Stefan – Boltzmanns konstant } 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

För beräkning av emmissionstalet, ε , har ekv. 16.2 i Brandskyddshandboken använts (Bengtson, Jönsson, & Frantzych, 2005).

$$\varepsilon = 1 - e^{-\alpha \cdot d} \text{ (ekv. 16.2 Brandskyddshandboken)}$$

$$\varepsilon = \text{emmissionstal}[-]$$

$$\alpha = \text{flammansabsorptionskoefficient}[-]$$

$$d = \text{flammans djup [m]}$$

Flammans djup approximeras till 0,5 m, beroende på att draperierna är tunna och inte tros kunna ge djupare flammor än så. Flammans absorptionskoefficient sätts till 1 enligt avsnitt 16.1.1 i Brandskyddshandboken (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005).

Detta ger emmissionstalet enligt ekv. 16.2 i Brandskyddshandboken (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005).

$$\varepsilon = 1 - e^{-1 \cdot 0,5} = 0,393$$

Insatt i ekv. 16.1 i Brandskyddshandboken blir den utsända strålningen (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005).

$$E = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 = 0,393 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1273^4 = 58,5 \text{ kW/m}^2$$

Därefter multipliceras den utsända strålningen med synfaktorn för att få fram den infallande strålningen enligt följande:

$$\dot{q}'' = \phi_{tot} \cdot E \text{ (ekv. 16.18 Brandskyddshandboken)}$$

$$\dot{q}'' = \text{infallandestrålningssintensitet} [\text{kW/m}^2]$$

$$E = \text{utsändstrålning} [\text{kW/m}^2]$$

$$\phi = \text{Synfaktor} [-]$$

Detta ger

$$\dot{q}'' = 0,072 \cdot 58,5 = 4,2 \text{ kW/m}^2 \approx 4 \text{ kW/m}^2$$

Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har gjorts på strålningen. Då hela dekoren på scenen antas brinna förändrades inte flammans storlek då detta antagande är konservativt. Det som förändrades var avståndet från flammen till utgången samt flammans tjocklek. Detta eftersom avståndet på vilket personer utsätts för flammen kan variera beroende på vilken väg dessa tar till utgången. Flammans tjocklek varierar under brandförloppet varför en känslighetsanalys har gjorts även på denna parameter. Samma ekvationer och beräkningsgång som tidigare används i känslighetsanalysen.

Synfaktorn räknades ut för två nya avstånd; $Z = 8 \text{ m}$ och $Z = 9 \text{ m}$. Då Z inte ingår i ekvationen för S blir bara α förändrat:

$$\alpha_{8 \text{ m}} = \frac{Y \cdot X}{Z^2} = \frac{2 \cdot 3}{8^2} = 0,09$$

och

$$\alpha_{9 \text{ m}} = \frac{Y \cdot X}{Z^2} = \frac{2 \cdot 3}{9} = 0,07$$

Då S är 0,66 enligt tidigare blir synfaktorn enligt Tabell 13 för $Z_{8 \text{ m}}$ 0,026 och för $Z_{9 \text{ m}}$ 0,021. som tidigare multipliceras synfaktorn med 4. Då blir synfaktorn för $\phi_{8 \text{ m}}$ 0,104 och för $\phi_{9 \text{ m}}$ 0,084.

Utsänd strålning beräknades för två nya tjocklekar på flammen; $d = 0,75$ m och $d = 1,0$ m. Enligt tidigare beräknas emmissionstalet för flammans nya djup:

$$\varepsilon_{0,75\text{ m}} = 1 - e^{-1 \cdot 0,75} = 0,528$$

och

$$\varepsilon_{1,0\text{ m}} = 1 - e^{-1 \cdot 1,0} = 0,632$$

Den utsända strålningen för de två fallen blir då:

$$E_{0,75\text{ m}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 = 0,528 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1273^4 = 78,6 \text{ kW/m}^2$$

och

$$E_{1,0\text{ m}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 = 0,632 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1273^4 = 94,1 \text{ kW/m}^2$$

Infallande strålning beräknas enligt tidigare med

$$\dot{q}'' = \phi_{tot} \cdot E$$

Resultatet redovisas i Tabell 14.

Tabell 14. Visar infallande strålning [kW/m^2] på avståndet Z som funktion av flamtjockleken d .

Z [m]	$d = 0,5$ m	$d = 0,75$ m	$d = 1,0$ m
8	6	8	10
9	5	7	8
10	4	6	7

Inget av scenarierna i känslighetsanalysen överskrider det maximala värdet på 10 kW/m^2 .

Bilaga A2**Beräkning av RTI-värde, aulan**

RTI-värdet beräknas med följande ekvation (Bengtson, Jönsson, & Frantzich, 2005):

$$T_{det} = T_{gas} - (T_{gas} - T_0) \cdot e^{-\frac{t \cdot v^{1/2}}{RTI}} \Leftrightarrow RTI = -\frac{t \cdot v^{1/2}}{\ln\left(\frac{T_{gas} - T_{det}}{T_{gas} - T_0}\right)}$$

T_{det} = Detektionstemperatur[°C]

T_{gas} = Gastemperatur[°C]

T_0 = Smältbleckets starttemperatur[°C]

t = Detektionstid[s]

v = Gashastighet[m/s]

Försök 1:

$T_{det} = 72 \text{ °C}$

$T_{gas} = 198 \text{ °C}$

$T_0 = 24,5 \text{ °C}$

$t = 20 \text{ s}$

$v = 3,48 \text{ m/s}$

$$RTI_1 = -\frac{20 \cdot 3,48^{1/2}}{\ln\left(\frac{198 - 72}{198 - 24,5}\right)} = 116,6 \text{ (ms)}^{1/2}$$

Försök 2:

$T_{det} = 72 \text{ °C}$

$T_{gas} = 200 \text{ °C}$

$T_0 = 22,8 \text{ °C}$

$t = 21 \text{ s}$

$v = 3,48 \text{ m/s}$

$$RTI_2 = -\frac{21 \cdot 3,48^{1/2}}{\ln\left(\frac{200 - 72}{200 - 22,8}\right)} = 120,4 \text{ (ms)}^{1/2}$$

RTI_{medel}

$$RTI_{medel} = \frac{RTI_1 + RTI_2}{2} = \frac{116,6 + 120,4}{2} = 118,5 \text{ (ms)}^{1/2}$$

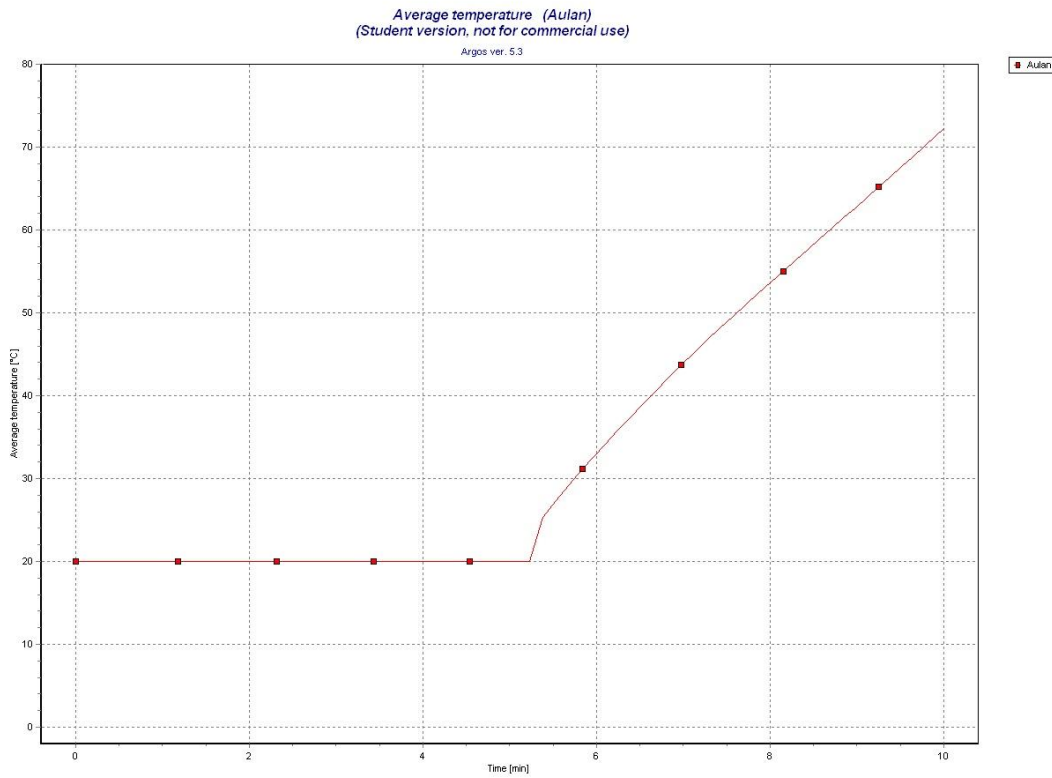
Bilaga A3**Ingångsvärden, Detact-T2, aulan**

Dessa värden har använts vid simulering i Argos och FDS.

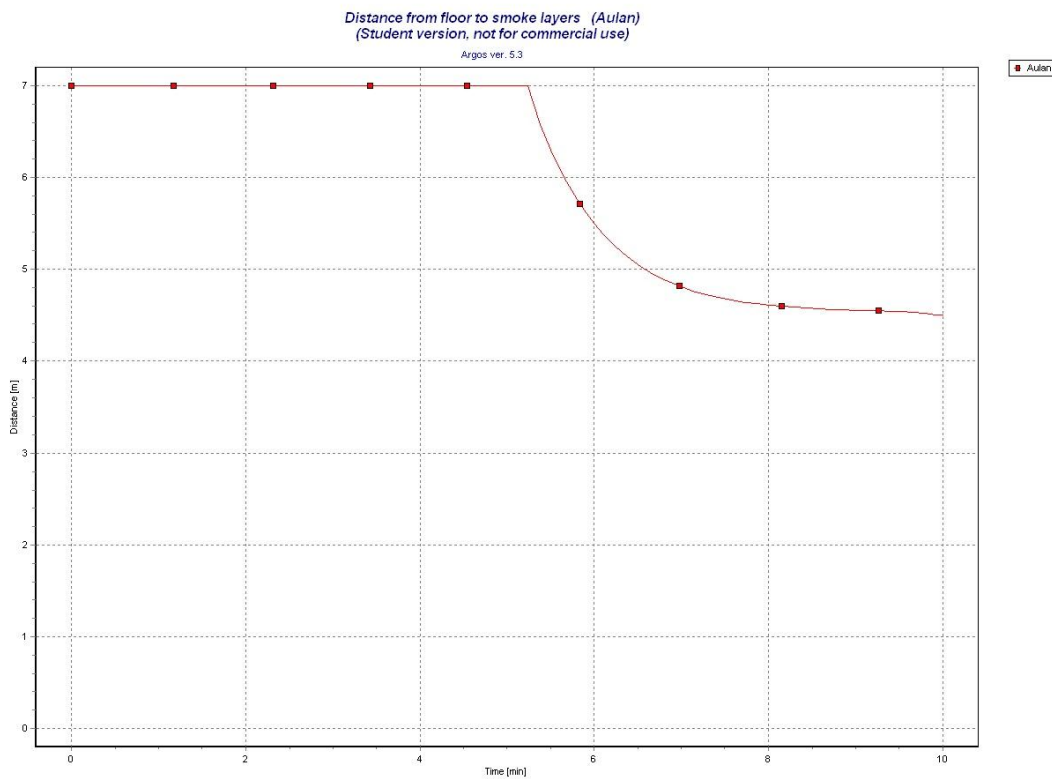
Tabell 15. Ingångsvärden, Detact T2.

Tillväxthastighet, α [kW/s ²]	Detektionstemperatur [°C]	RTI [(ms) ^{1/2}]	Aktiveringstid [s]
Medium 0,012	72	118,5	254
Fast 0,047	72	118,5	158
Ultra fast 0,190	72	118,5	100

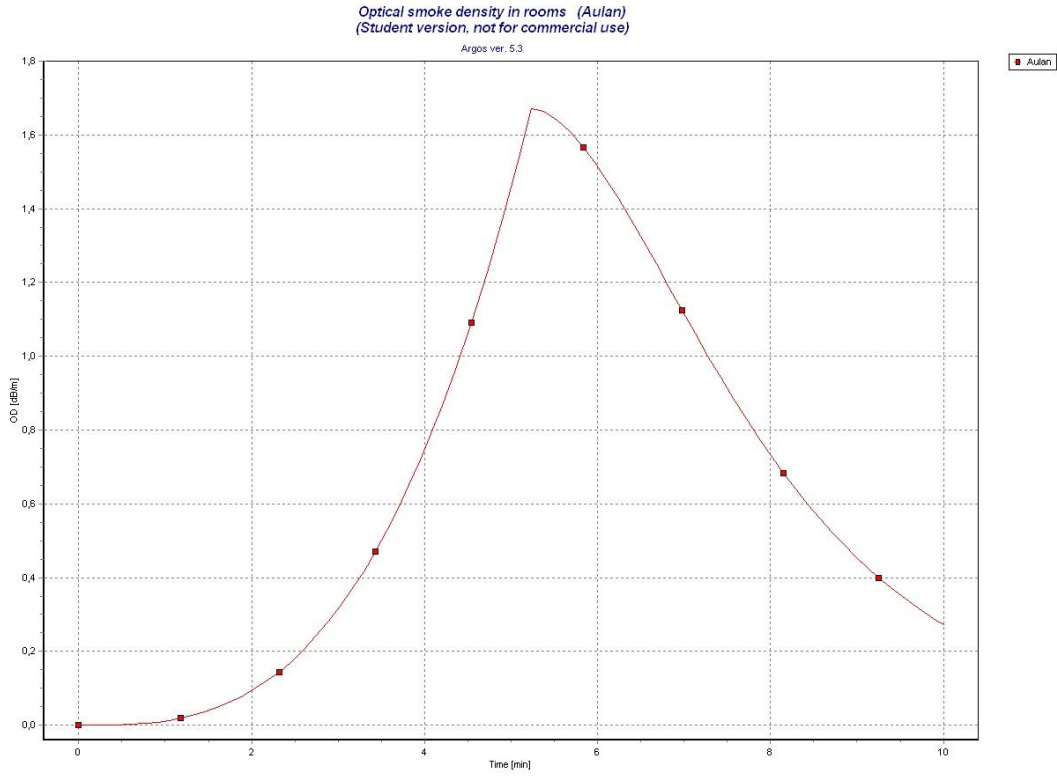
Bilaga A4
Diagram, aulan (Argos)



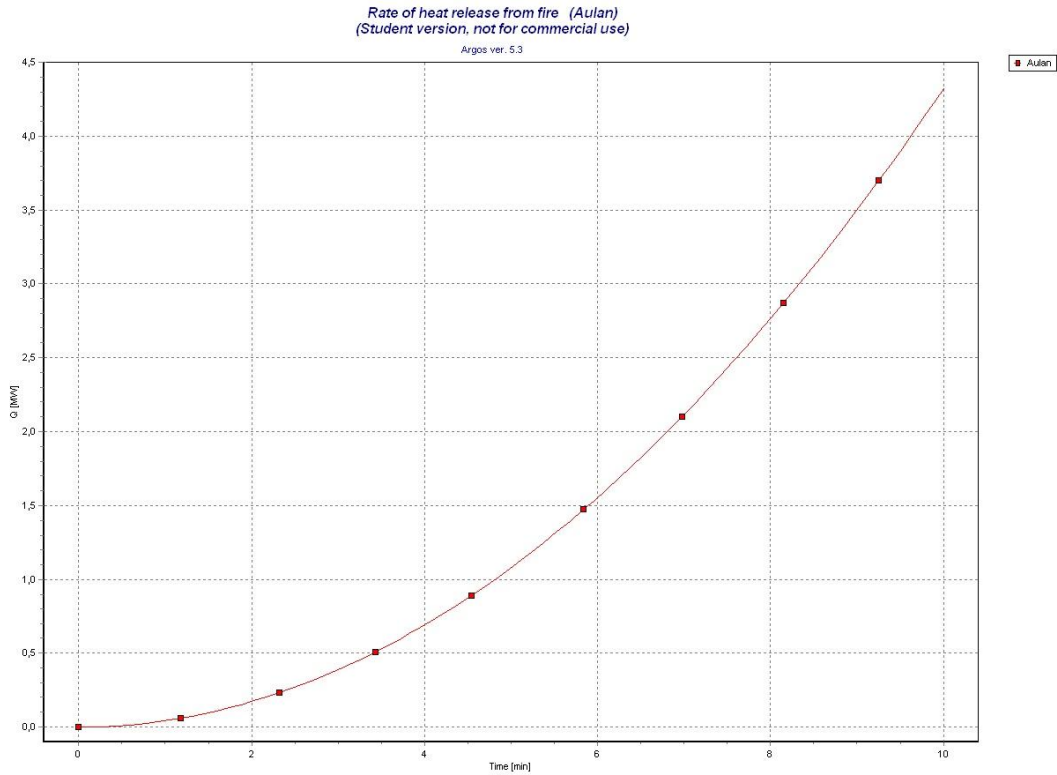
Figur 42. Visar medeltemperatur i rummet, medium.



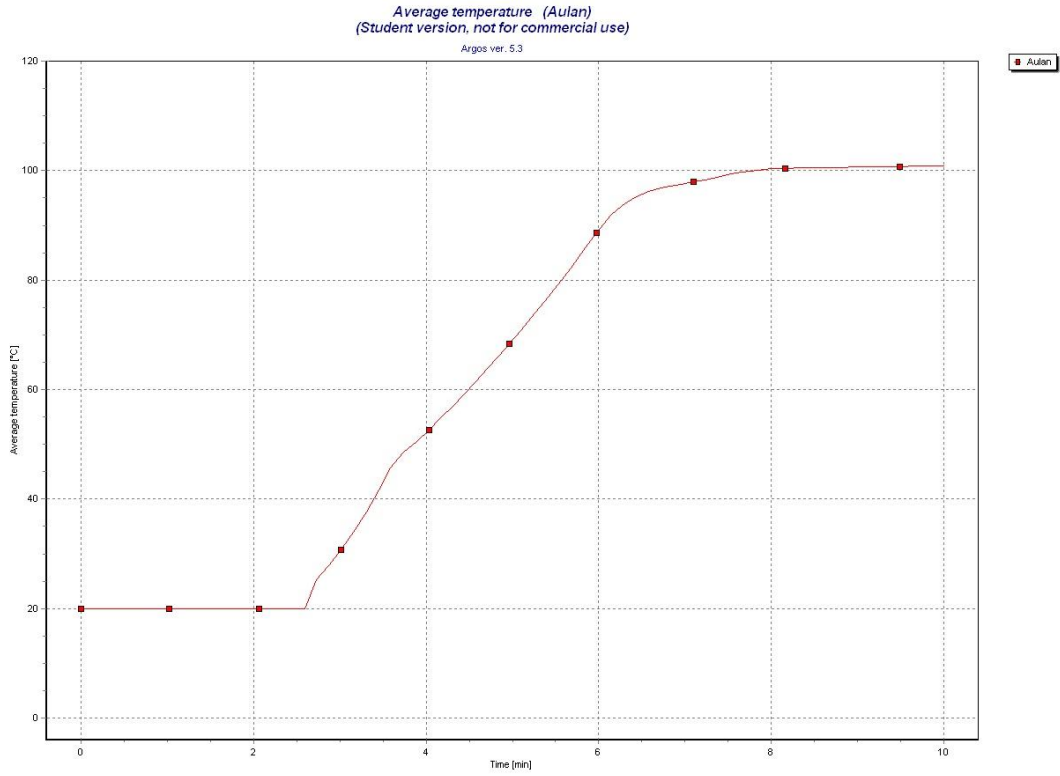
Figur 43. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, medium.



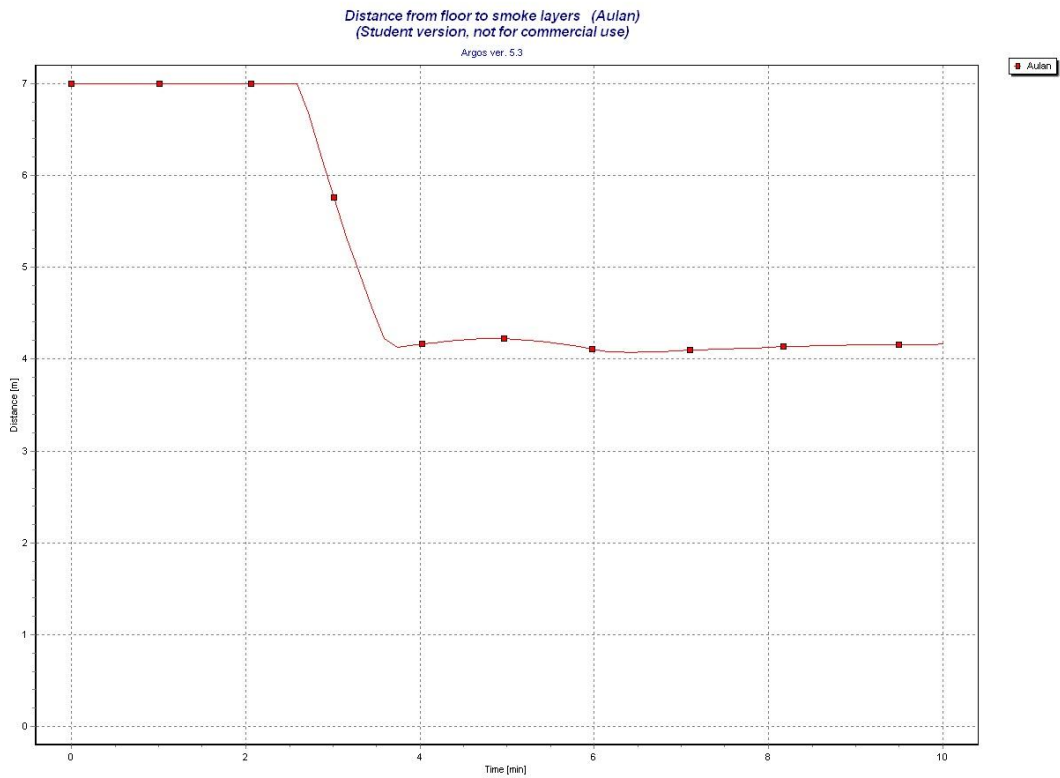
Figur 44. Visar optisk densitet i rummet, medium.



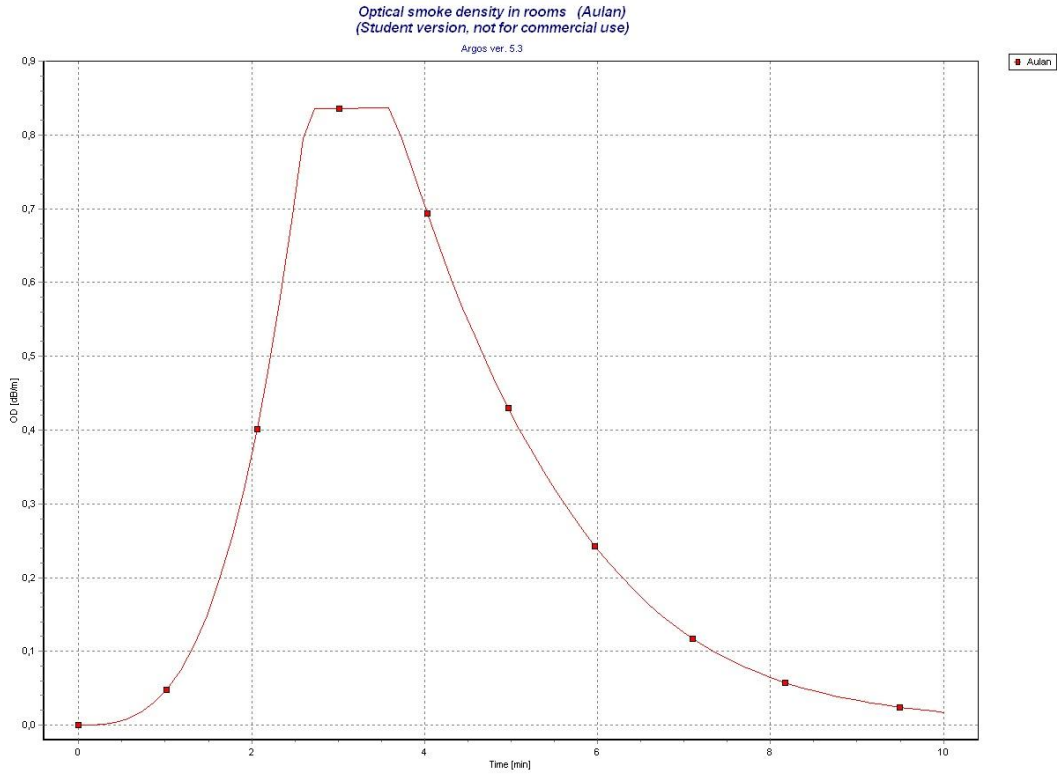
Figur 45. Visar effektutvecklingen, medium.



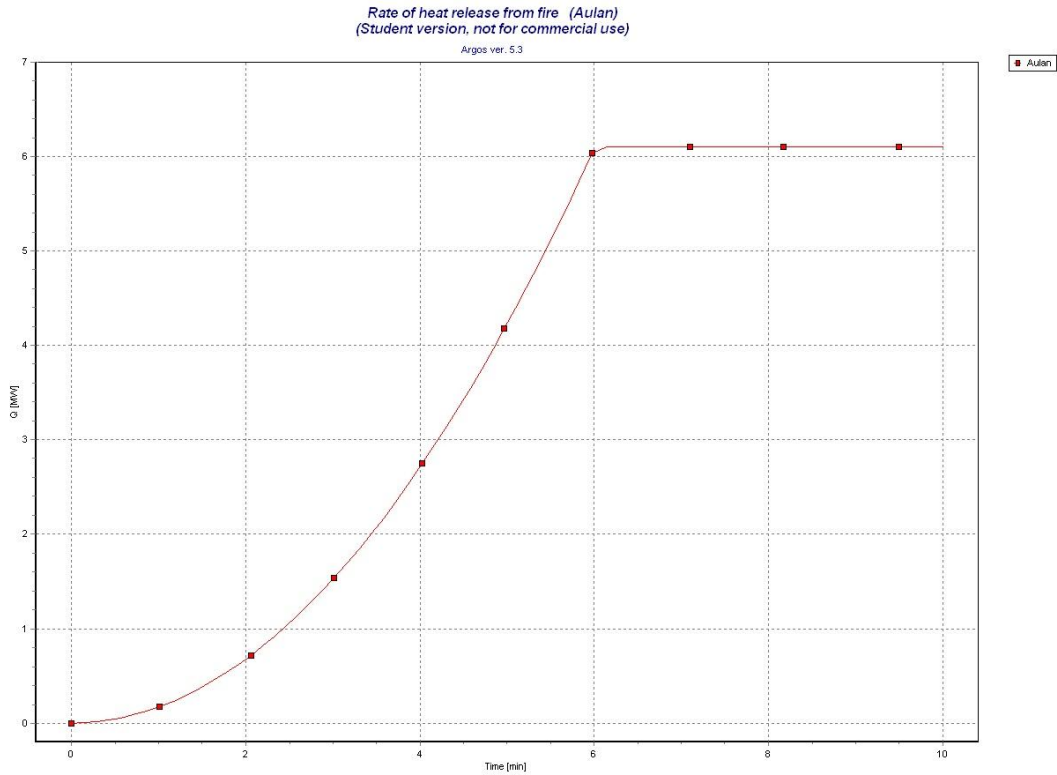
Figur 46. Visar medeltemperatur i rummet, fast.



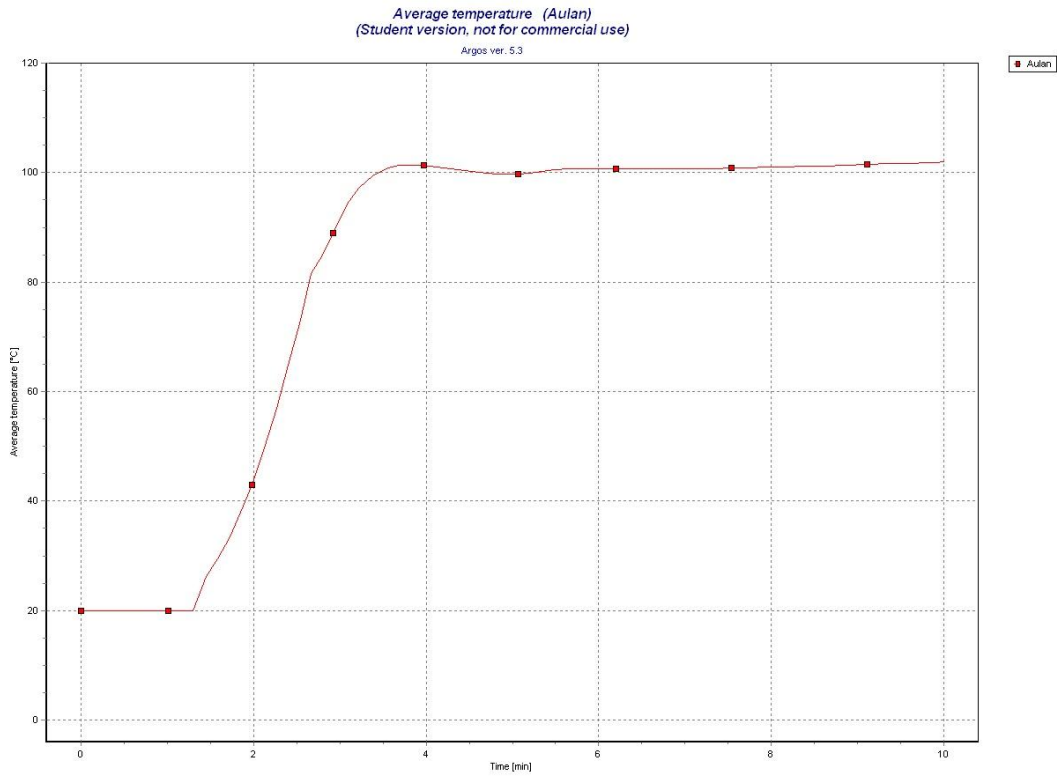
Figur 47. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslaget, fast.



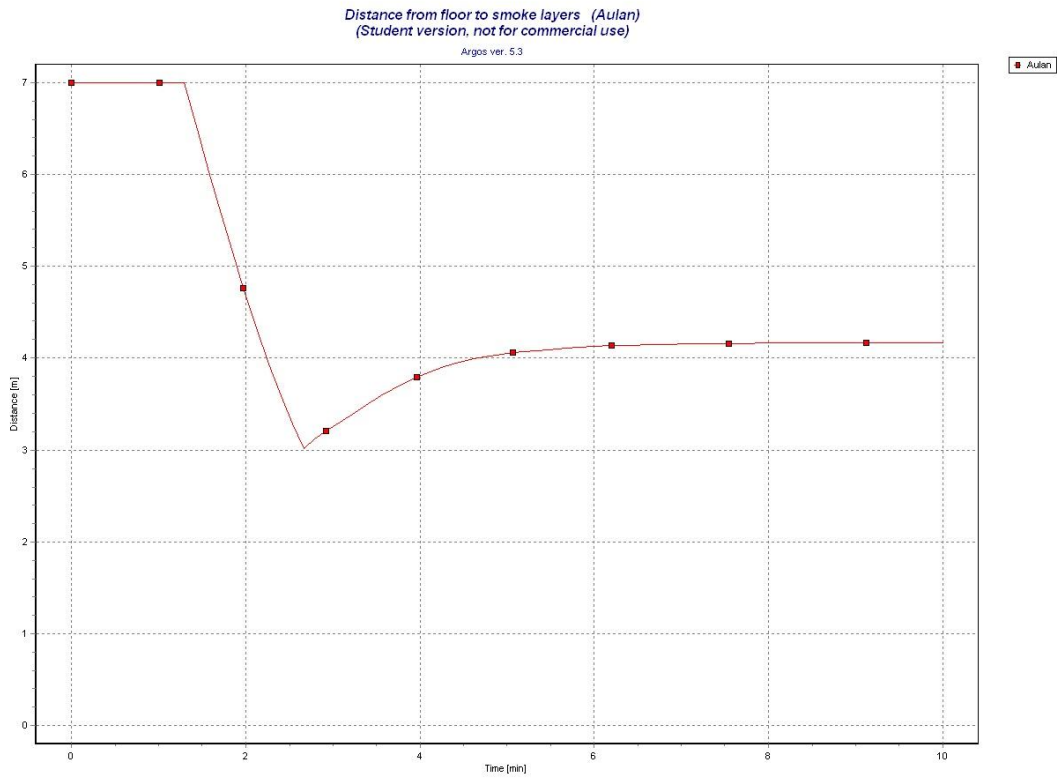
Figur 48. Visar optisk densitet i rummet, fast.



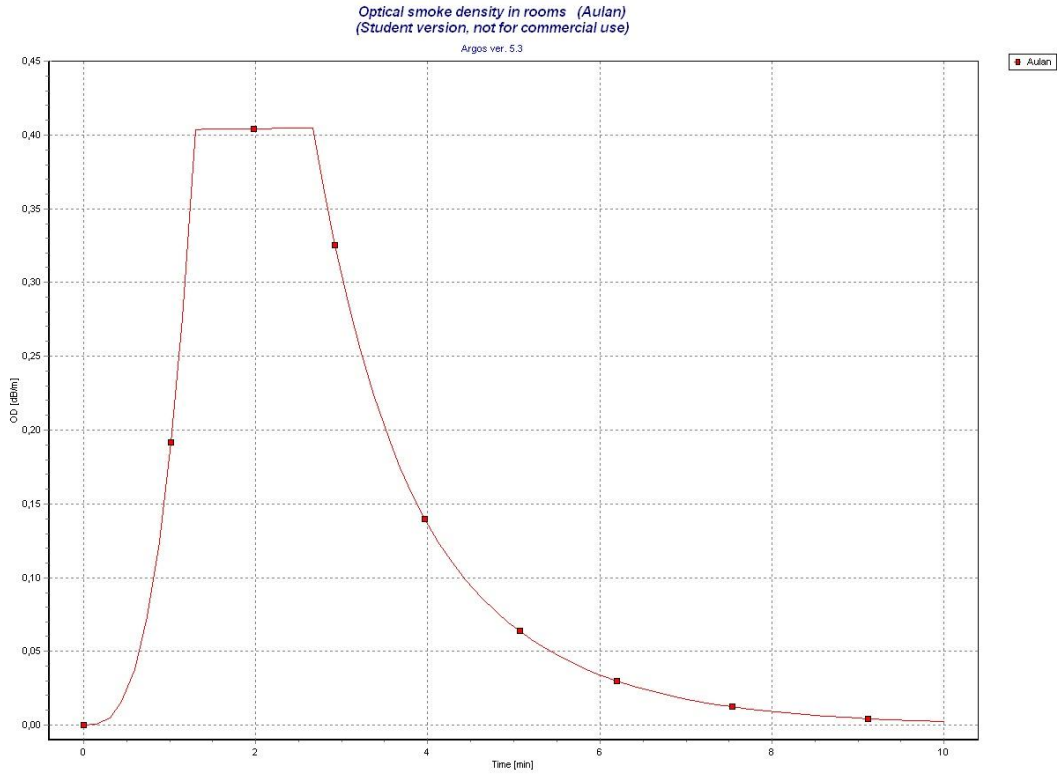
Figur 49. Visar effektutvecklingen, fast.



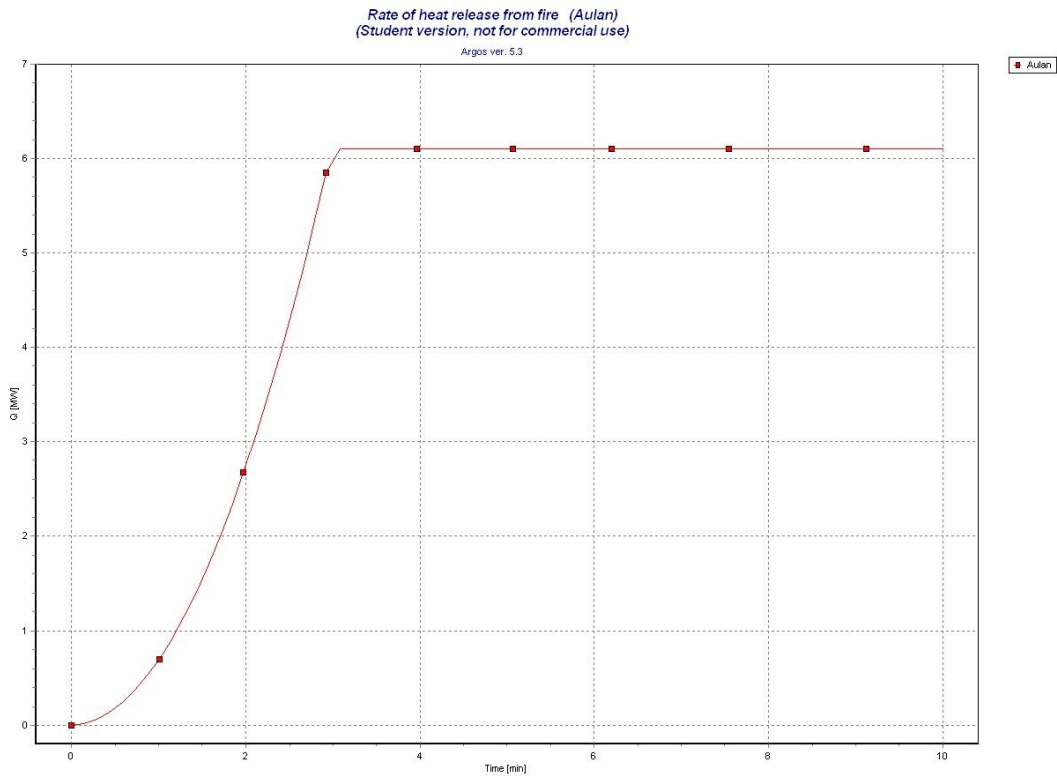
Figur 50. Visar medeltemperatur i rummet, ultra fast.



Figur 51. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, ultra fast.



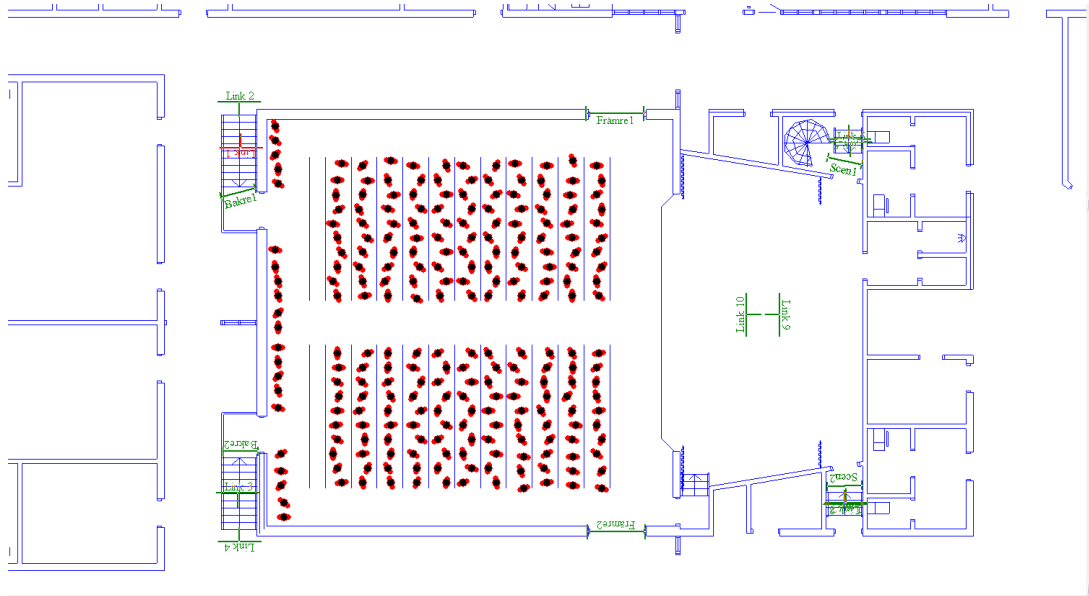
Figur 52. Visar optisk densitet i rummet, ultra fast.



Figur 53. Visar effektutvecklingen, ultra fast.

Bilaga A5**Simulex**

De brandscenarier som denna rapport undersöker, brand på scen i aulan samt brand i bokförråd, utgår ifrån utrymning ifrån aulan. Skillnaden är att det vid en brand i bokförrådet påverkar korridorerna i anslutning till aulan och personer som utrymmer från aulan måste ta sig till den brandcell som huvudentrén ligger i för att vara säkra. Vid en brand på scen i aulan räcker det med att personer tar sig ut från aulan. Placeringen av personer i aulan är identisk för båda utrymningssimuleringarna och kan ses i Figur 54.

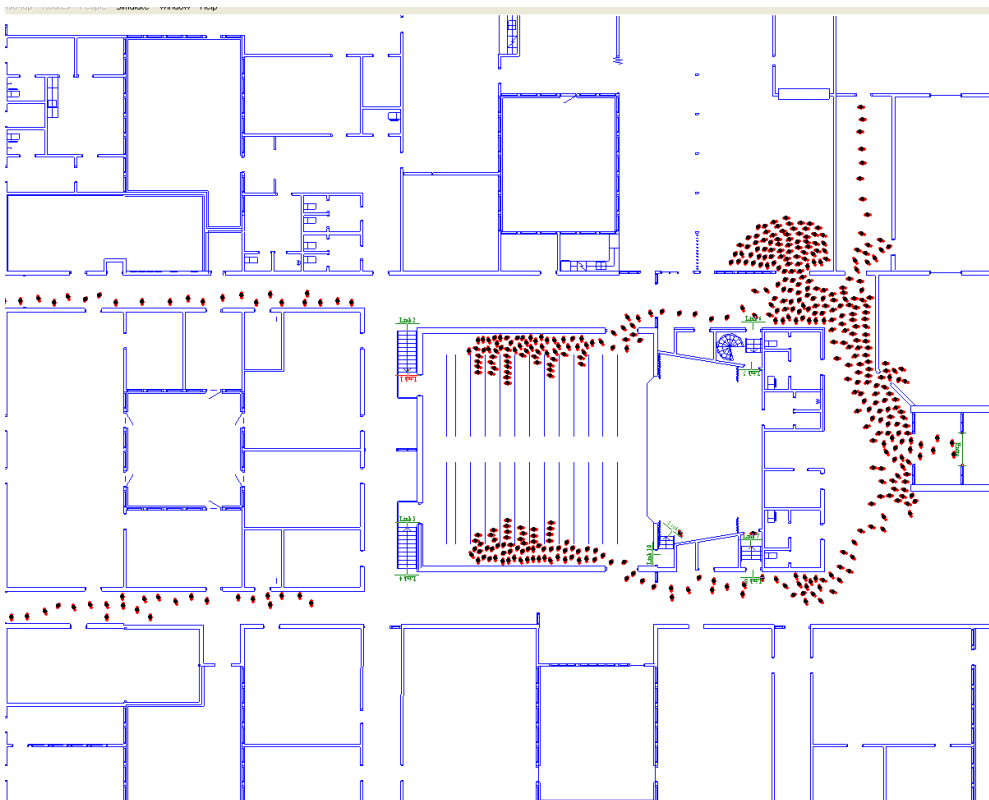


Figur 54. Visar placering av personer i aulan.

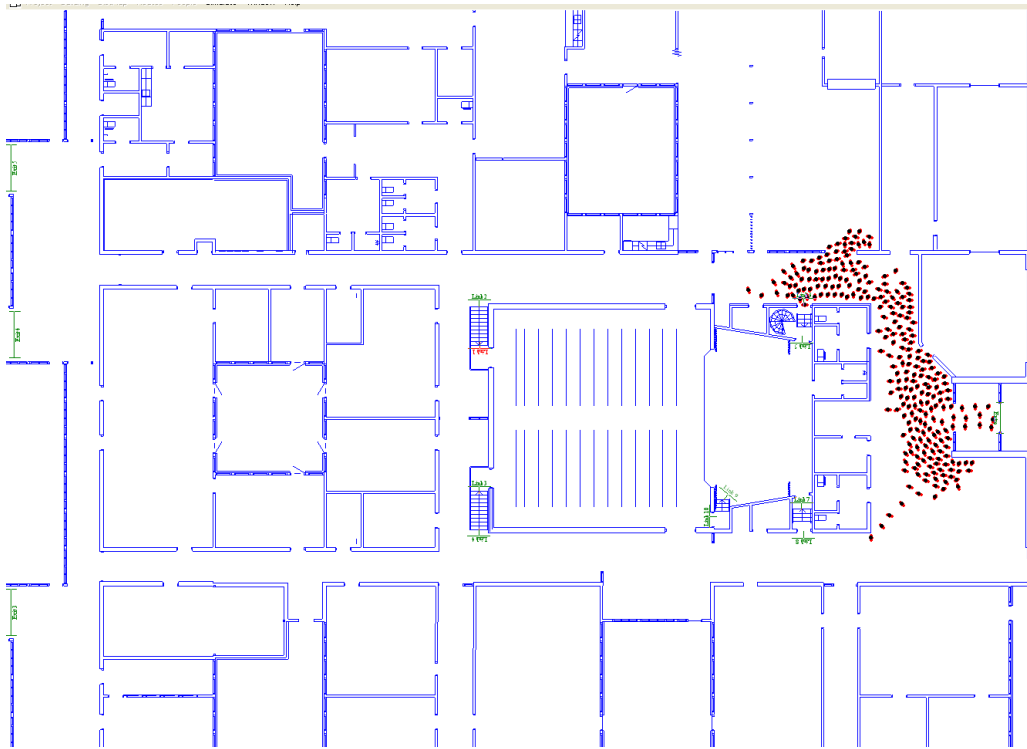
Det görs även en simulering för det utrymningsförlopp då hela skolan utrymmer, placering av personer kan ses i Figur 55. Det konstateras att utrymningstiden för personer i aulan inte kommer att påverkas av utrymningen från andra lokaler i skolan (se Figur 56 och Figur 57).



Figur 55. Visar placering av personer för utrymning av hela skolan.



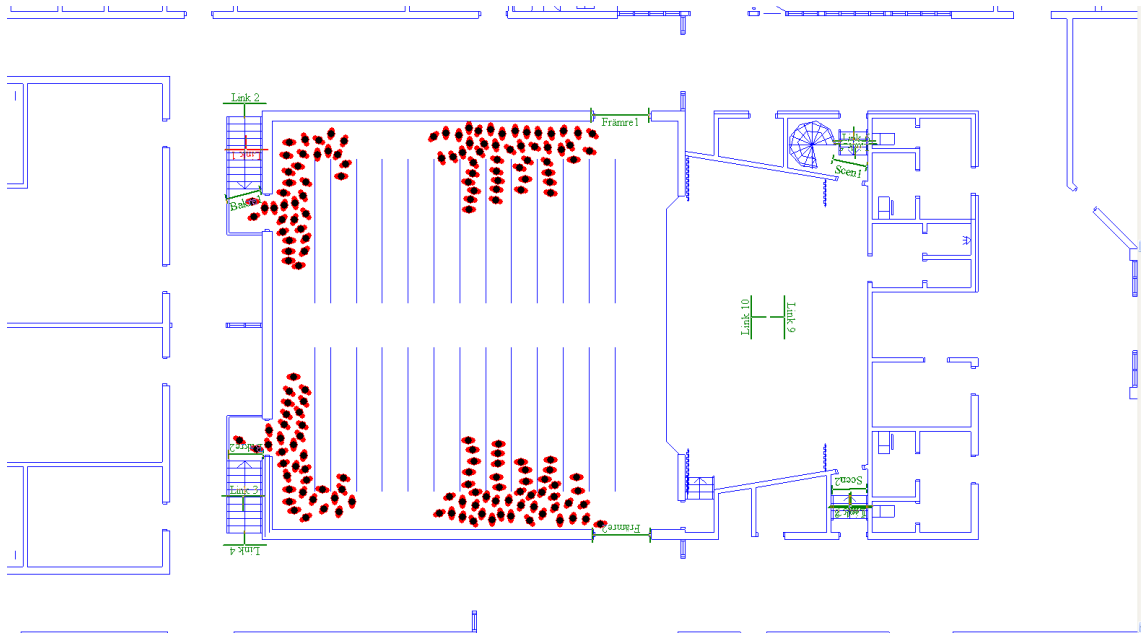
Figur 56. Visar utrymningsförloppet av hela skolan efter 57 sekunder.



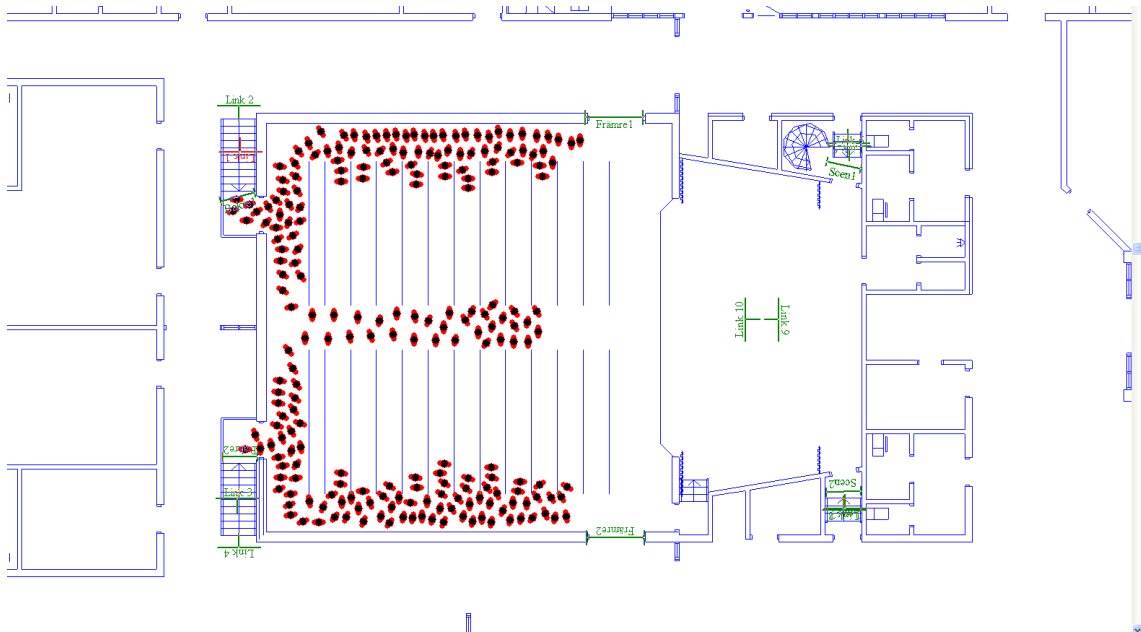
Figur 57. Visar utrymningsförloppet av hela skolan efter 100 sekunder när samtliga personer från aulan har utrymt till en säker brandcell.

Brand på scen i aulan

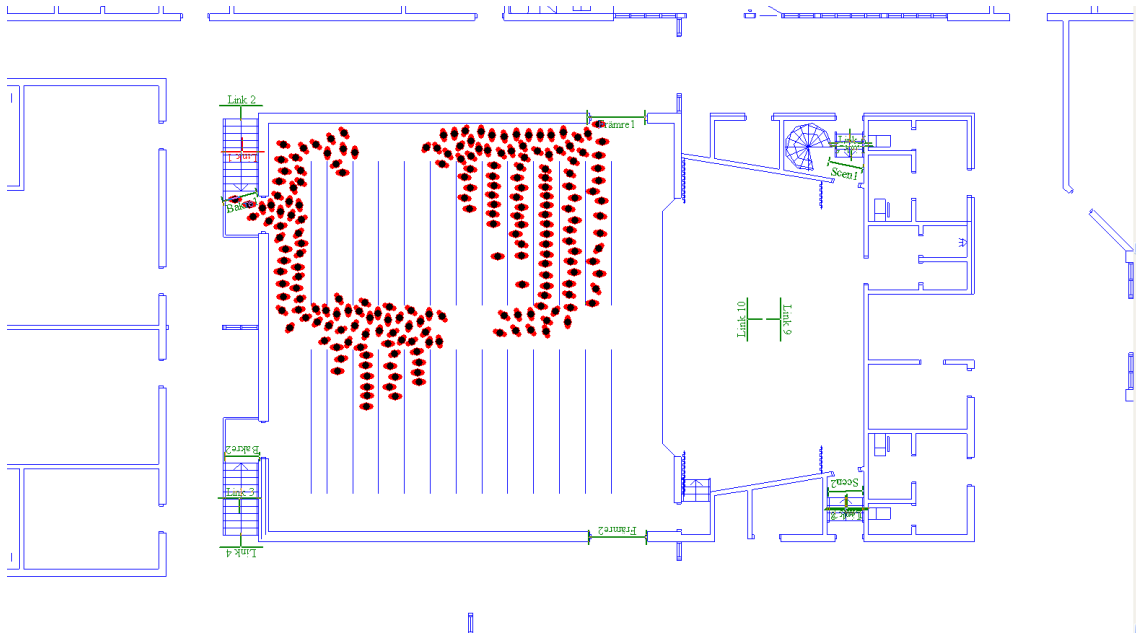
Fyra utgångar från aulan placeras i Simulex, två främre med bredden 1,9 meter samt två bakre med bredden 1,2 meter. 241 personer placeras i aulan, lika många som det finns sittplatser. Persontyp i programmet sätts till "Office Staff" vilket betyder en fördelning av 30 % average, 40 % male, 30 % female och 0 % children vilket anses vara en lämplig representation för besökare av aulan. Default distance map används vilket betyder att personerna i aulan kommer att gå till den närmsta utgången. När simuleringen är gjord görs även en känslighetsanalys som undersöker hur stor påverkan olika indata har på resultatet. Antalet personer i aulan varierar vilket som väntat visar sig ha en stor betydelse för förflyttningstiden. Ingen förändring sker när persontypen ändras från office staff till school children. Val av utgångar påverkar resultatet, om samtliga personer väljer de bakre utgångarna mer än fördubblas förflyttningstiden. Raderna som ritats ut för att få ett mer trovärdigt utrymningsförlopp tas bort för att se hur det påverkar resultatet, förvånande nog ökar förflyttningstiden något av detta. För att åskådliggöra skillnaderna mellan de olika simuleringarna presenteras figur 2 – 8 som visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder.



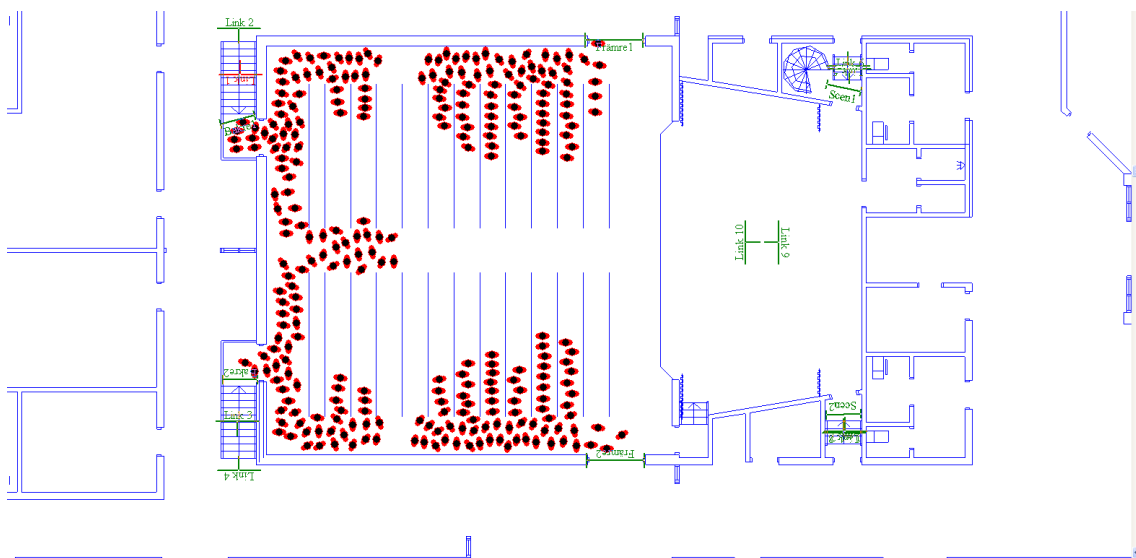
Figur 58. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder för standardfallet. Den totala utrymningstiden blev 77 sekunder.



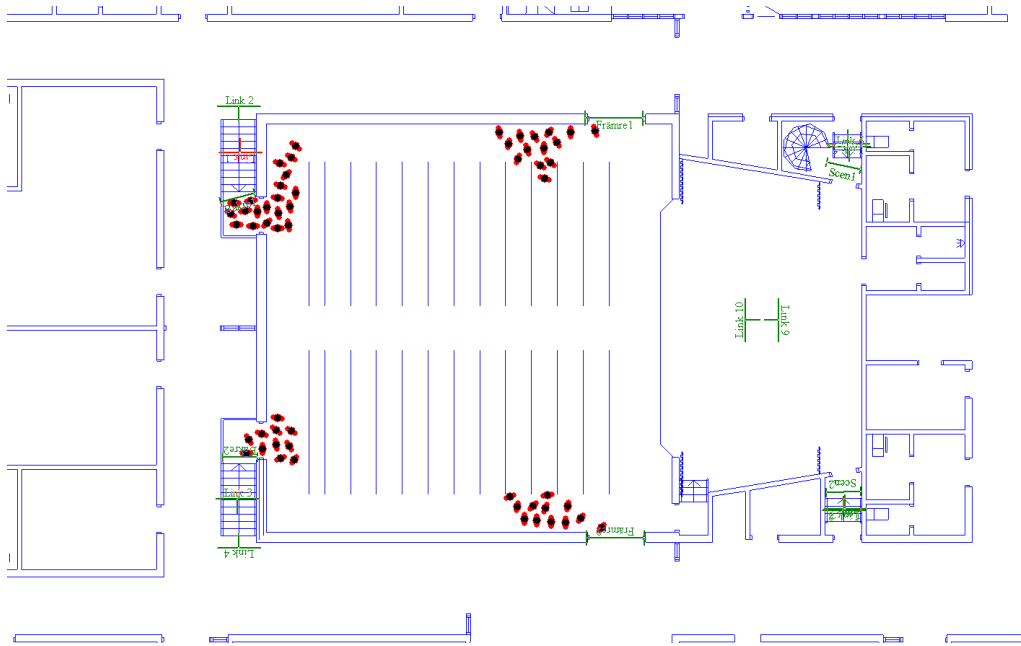
Figur 59. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när endast de bakre utgångarna används. Den totala utrymningstiden blev 190 sekunder.



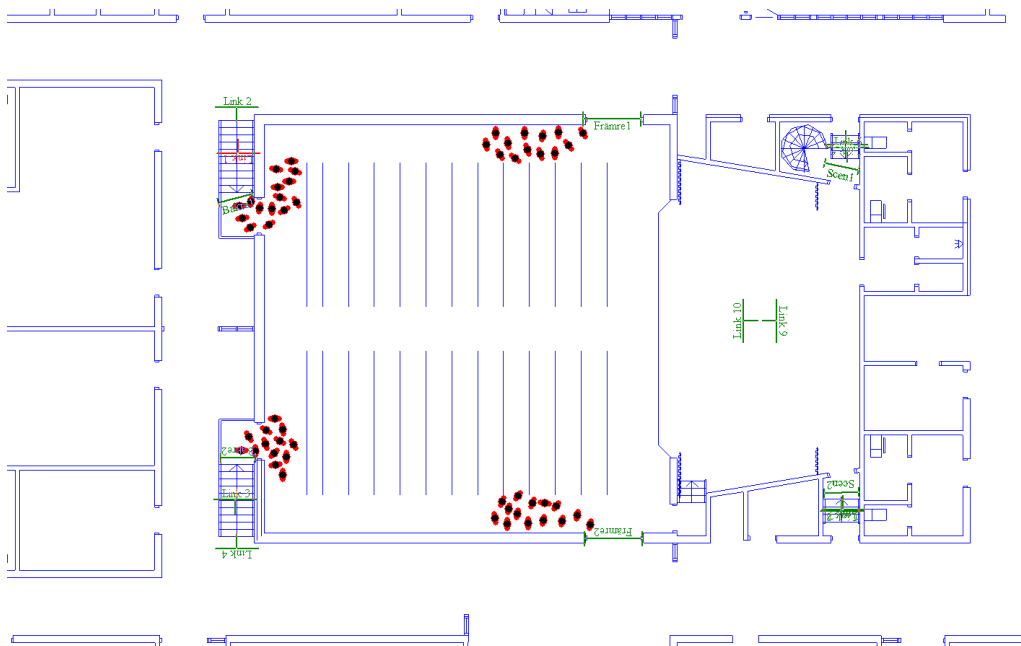
Figur 60. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när endast utgångarna från en sida används. Den totala utrymningstiden blev 210 sekunder.



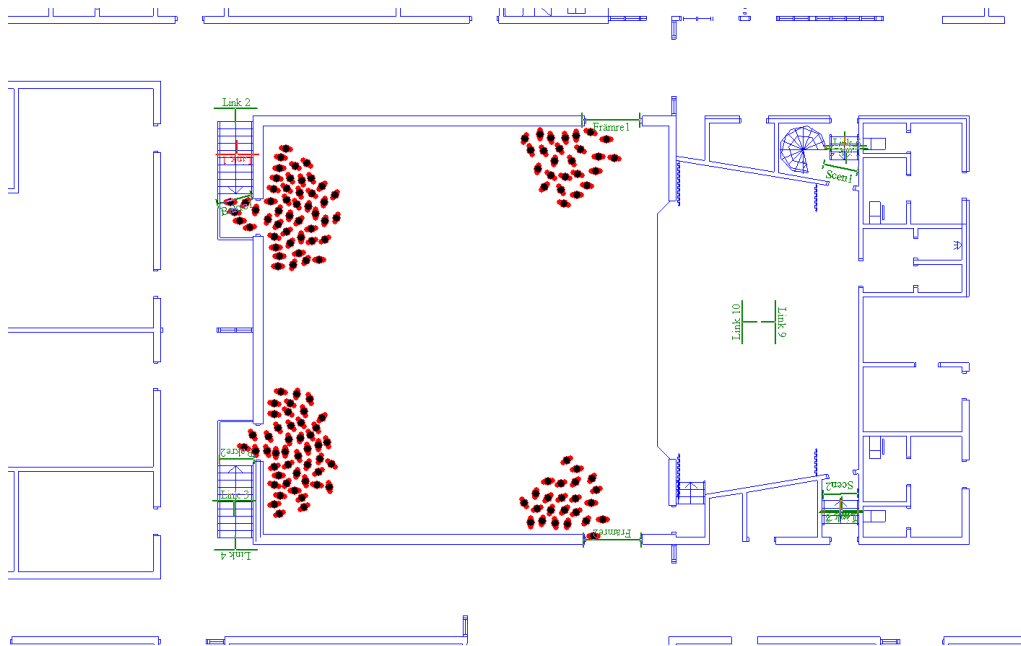
Figur 61. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan ökas till 401 personer. Den totala utrymningstiden blev 150 sekunder.



Figur 62. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 75 sekunder.



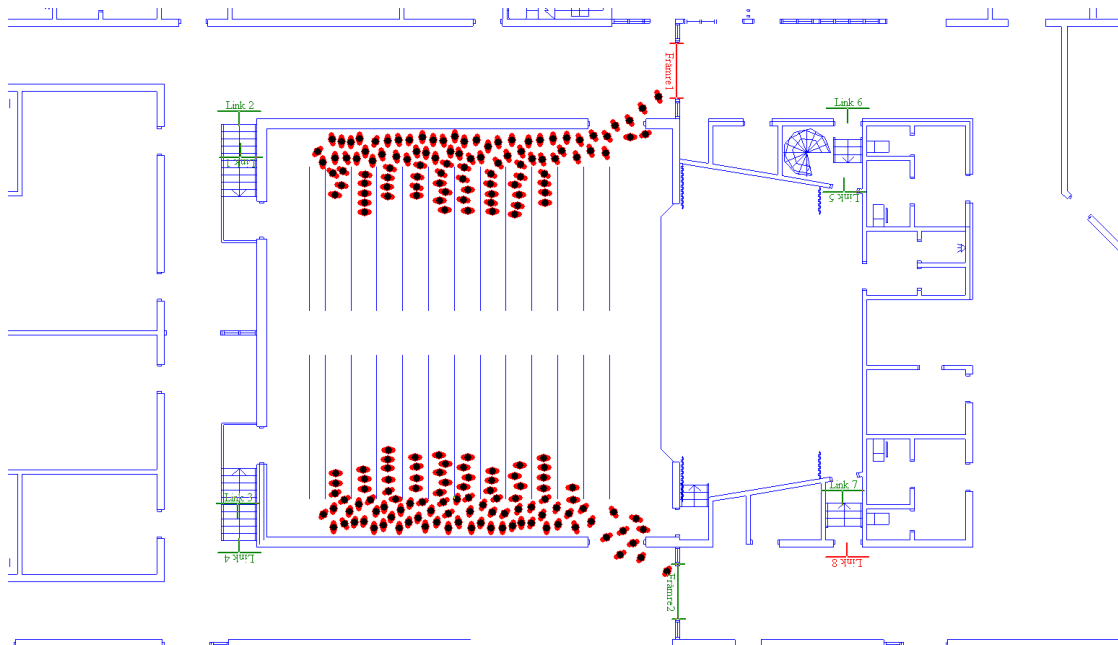
Figur 63. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan person på varje rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 45 sekunder.



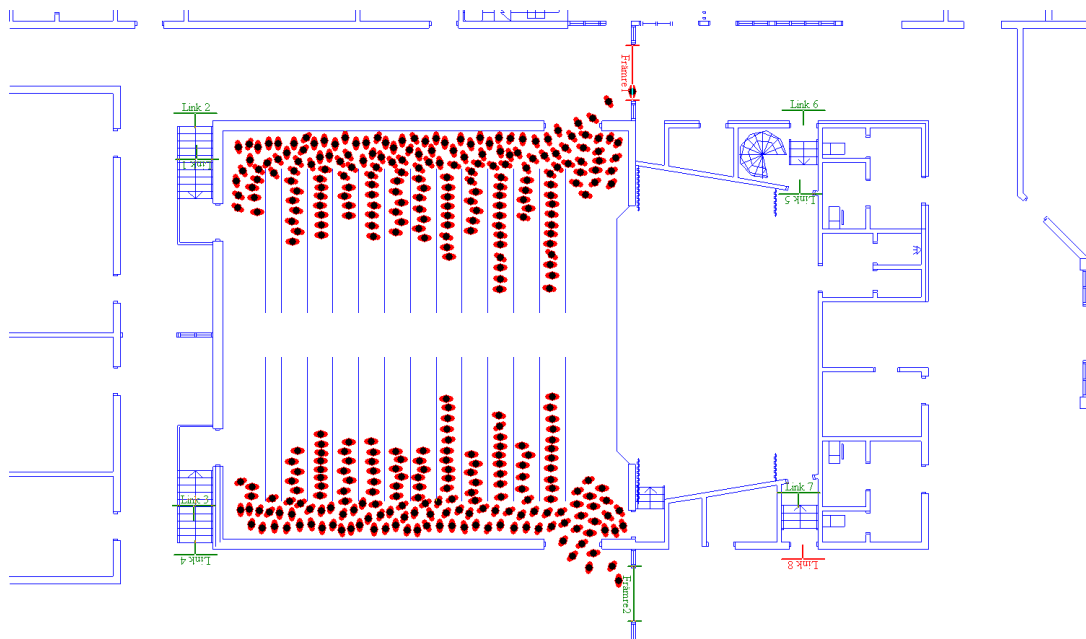
Figur 64. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när raderna togs bort. Den totala utrymningstiden blev 105 sekunder.

Brand i bokförrådet

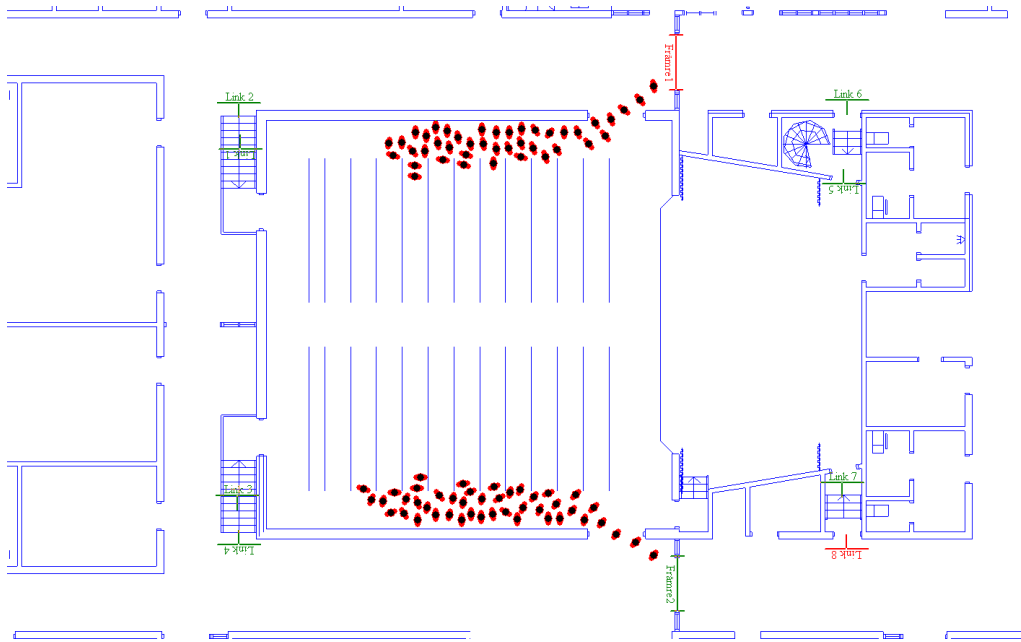
Även om brandscenariot utgår ifrån en brand i bokförrådet är det utrymningen från aulan som är av intresse. Simuleringen blir väldigt lik den för brand i aulan med skillnaden att endast två utgångar används, de som leder till huvudentrén ifrån södra och norra korridorerna. Övrig indata är identisk med simuleringen för brand i aulan. En känslighetsanalys utförs och denna visar samma resultat som tidigare nämnts för simuleringen för brand i aulan. Figur 9 – 12 visar skillnaderna mellan de olika simuleringarna efter 20 sekunder.



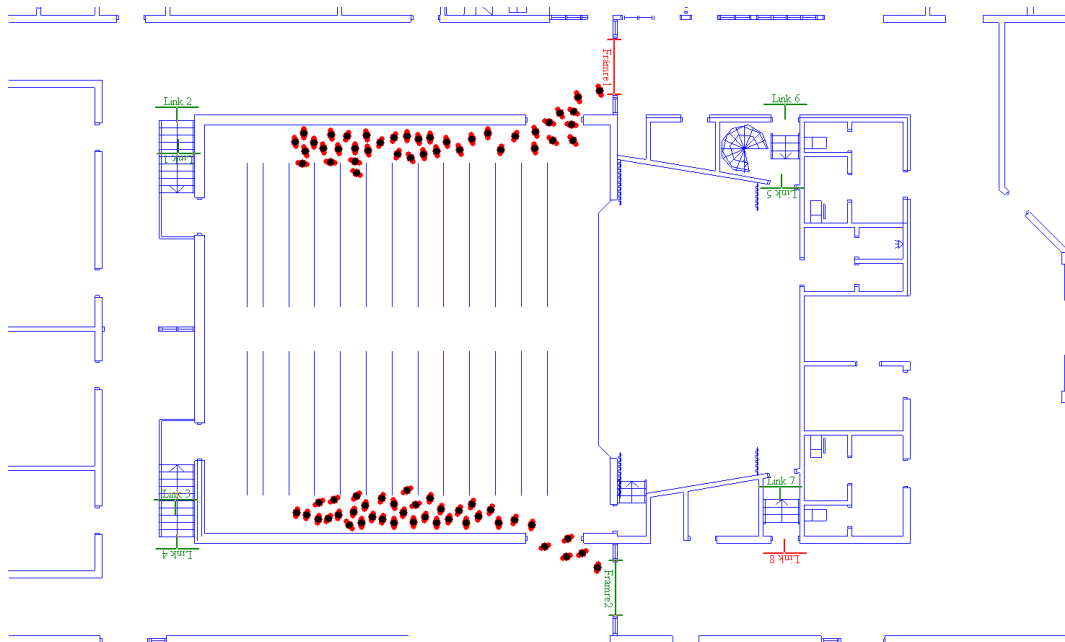
Figur 65. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder för standardfallet. Den totala utrymningstiden blev 100 sekunder.



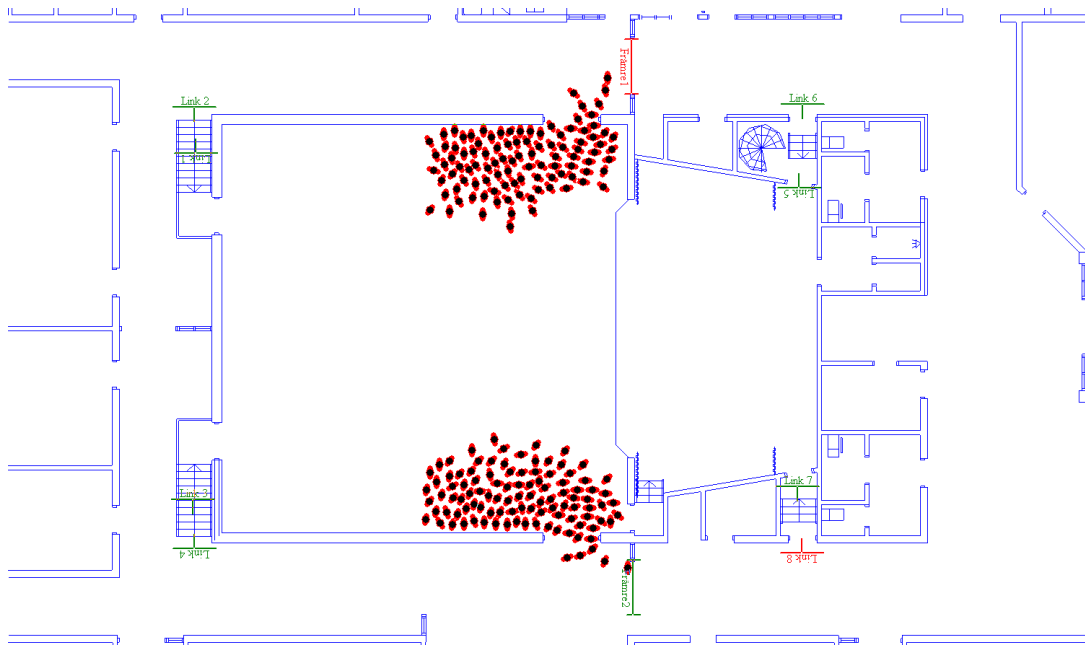
Figur 66. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan ökas till 401 personer. Den totala utrymningstiden blev 165 sekunder.



Figur 67. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 60 sekunder.



Figur 68. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när antalet personer i aulan minskas till 120 personer genom att varannan person på varje rad togs bort. Den totala utrymningstiden blev 50 sekunder.



Figur 69. Visar utrymningsförloppet efter 20 sekunder när raderna togs bort. Den totala utrymningstiden 105 sekunder.

Bilaga A6**Beräkning av maximal effektutveckling, bokförrådet**

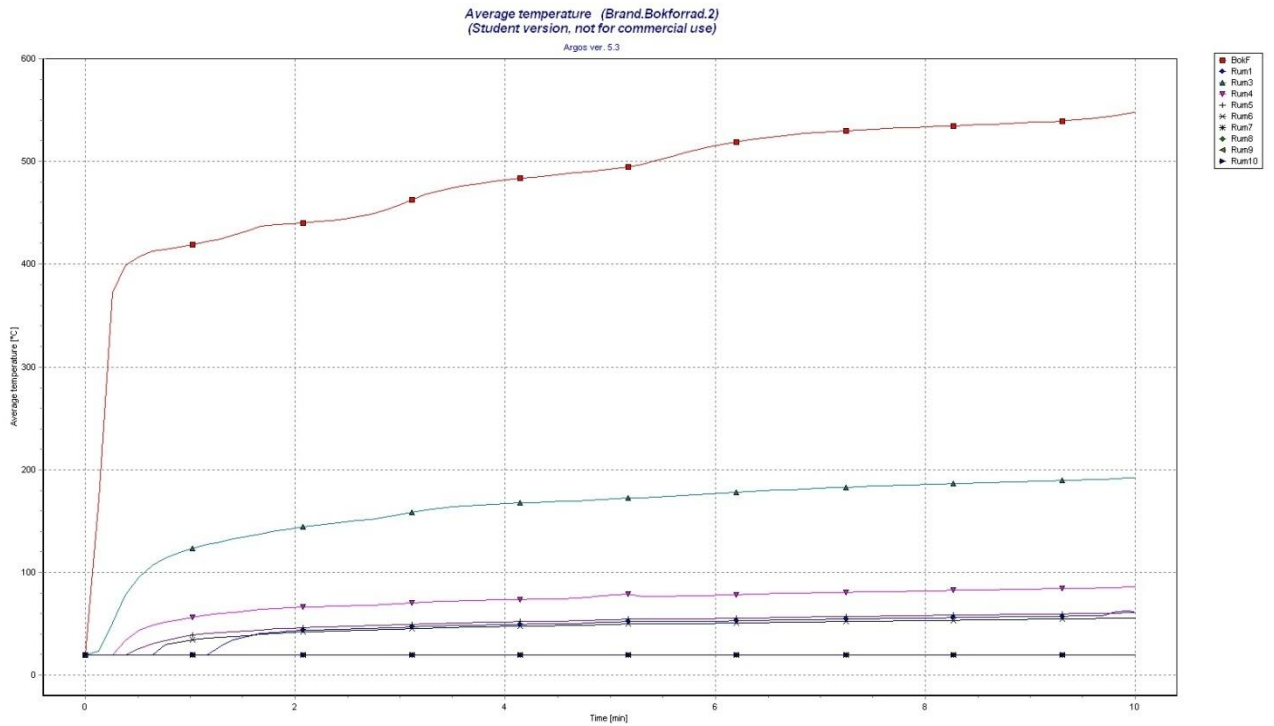
$$\dot{Q}_{max} = 1,518 \cdot A_0 \cdot \sqrt{H_0} \text{ (Karlsson \& Quintiere, 2000)}$$

$$A_0 = \text{Öppningsarea [m}^2\text{]}$$

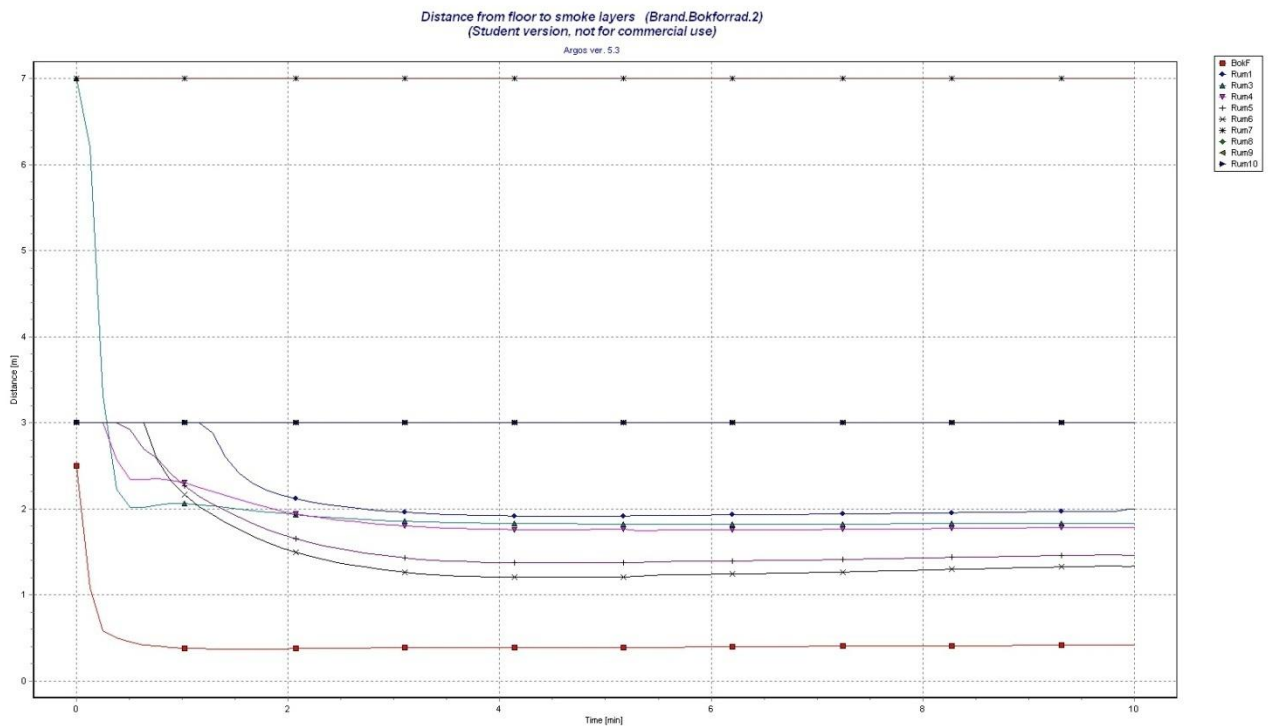
$$H_0 = \text{Öppningens höjd [m]}$$

$$\dot{Q}_{max} = 1,518 \cdot (1,0 \cdot 2,1) \cdot \sqrt{2,1} = 4,6 \text{ MW}$$

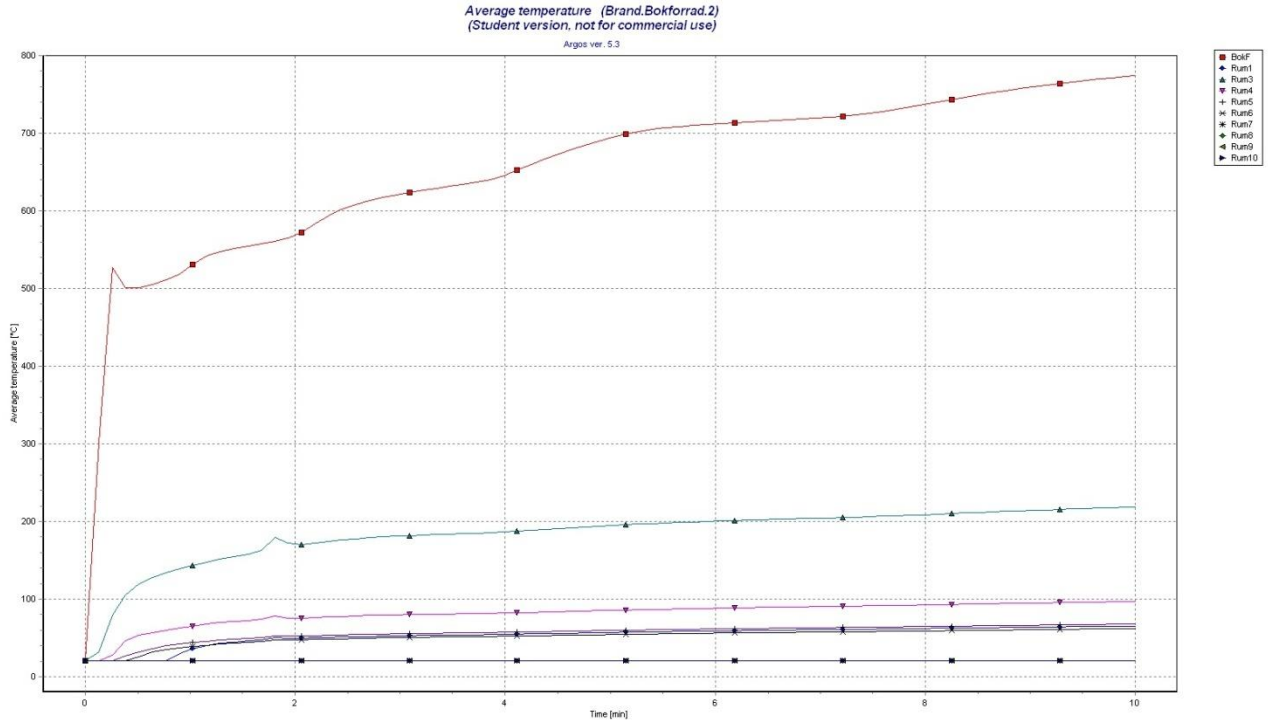
Bilaga A7
Diagram, bokförrådet (Argos)



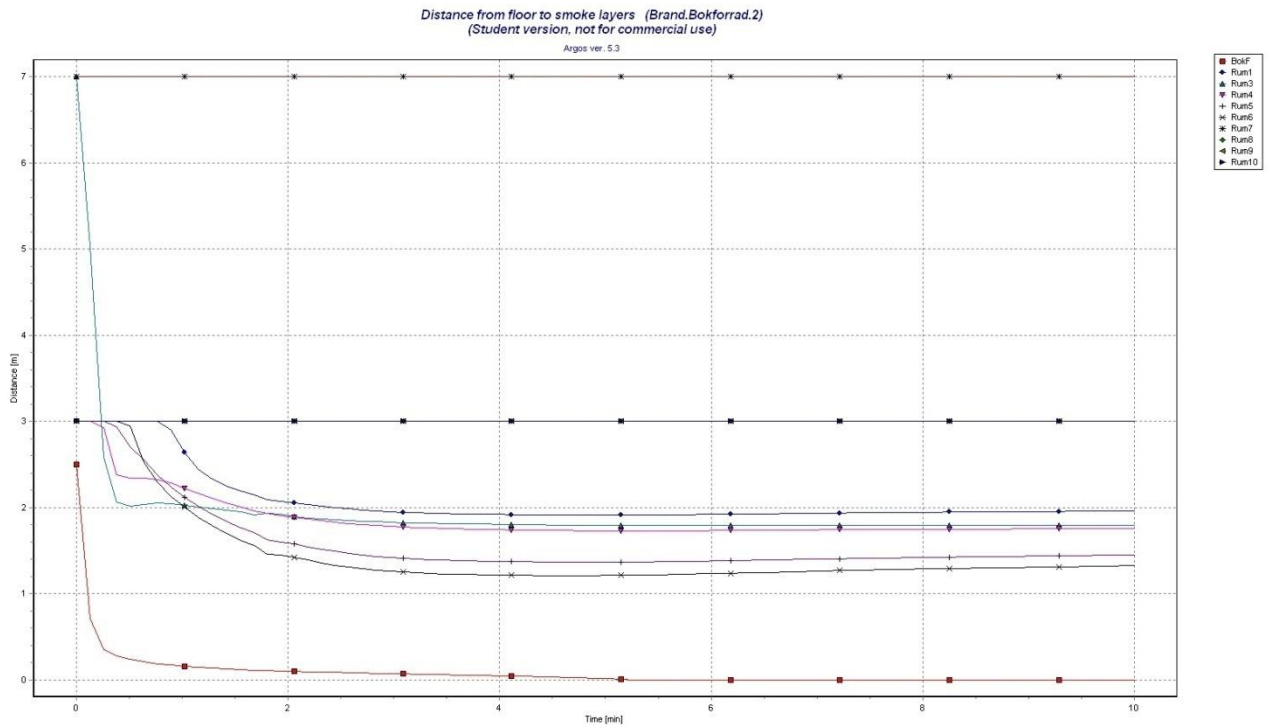
Figur 70. Visar medeltemperatur i rummen, öppen passagedörr, 2,5 MW.



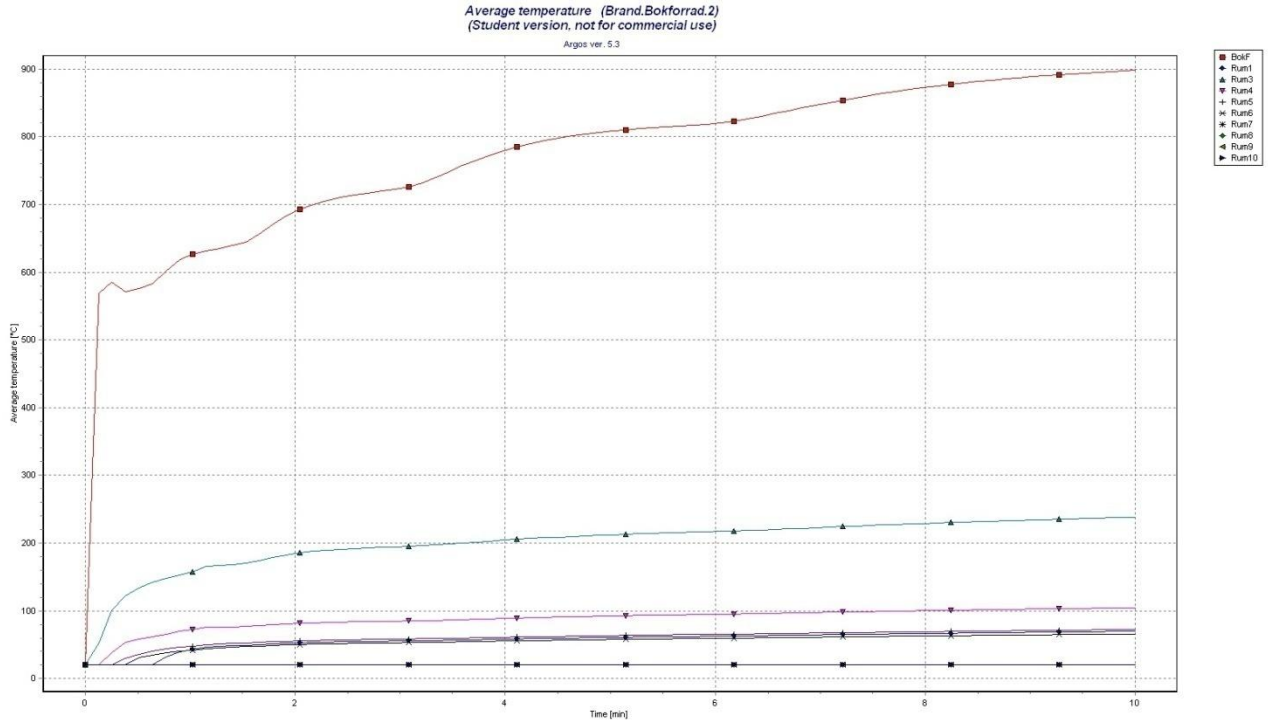
Figur 71. Visaravståndet mellan golvet och brandgaslagret, öppen passagedörr, 2,5 MW.



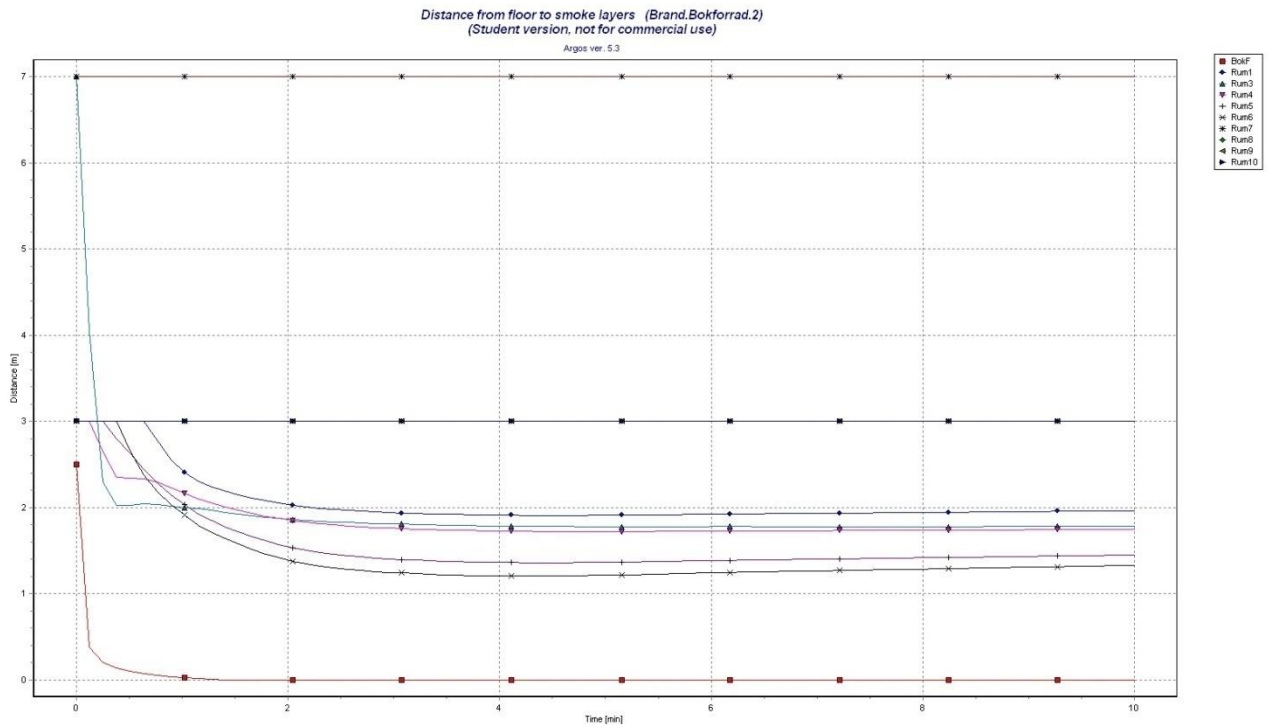
Figur 72. Visar medeltemperatur i rummen, öppen passagedörr, 4,6 MW.



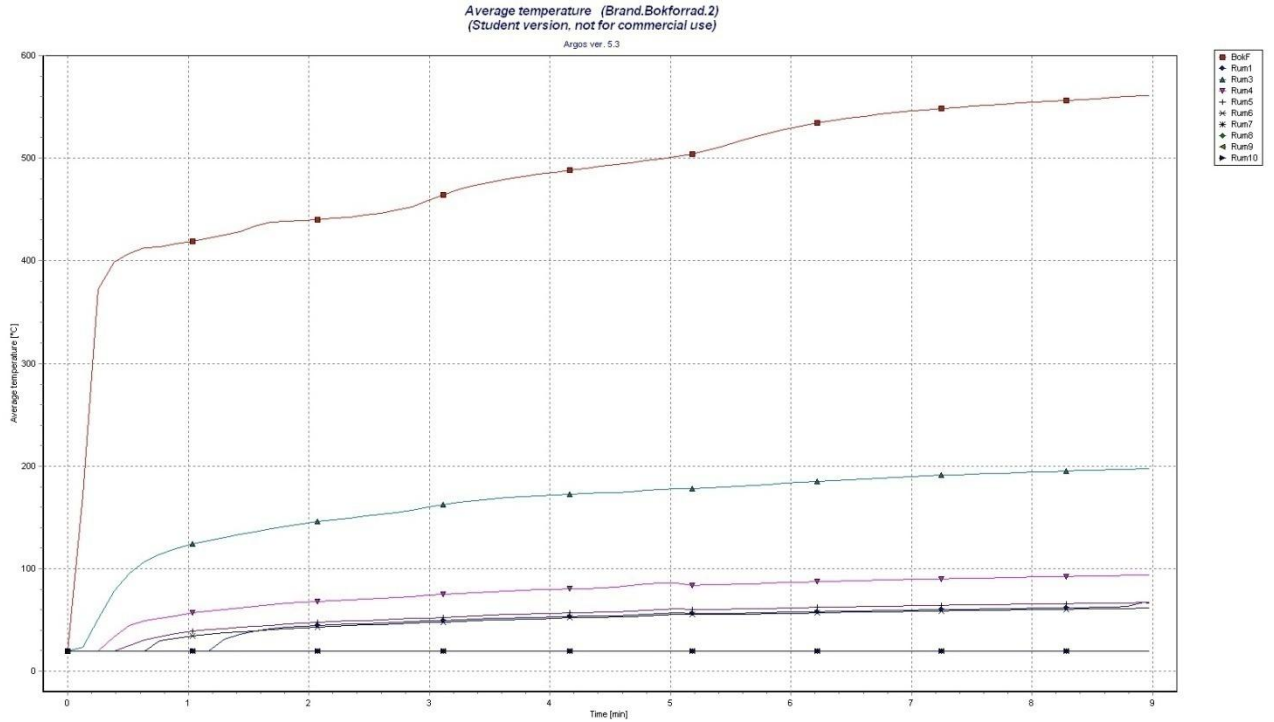
Figur 73. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, öppen passagedörr, 4,6 MW.



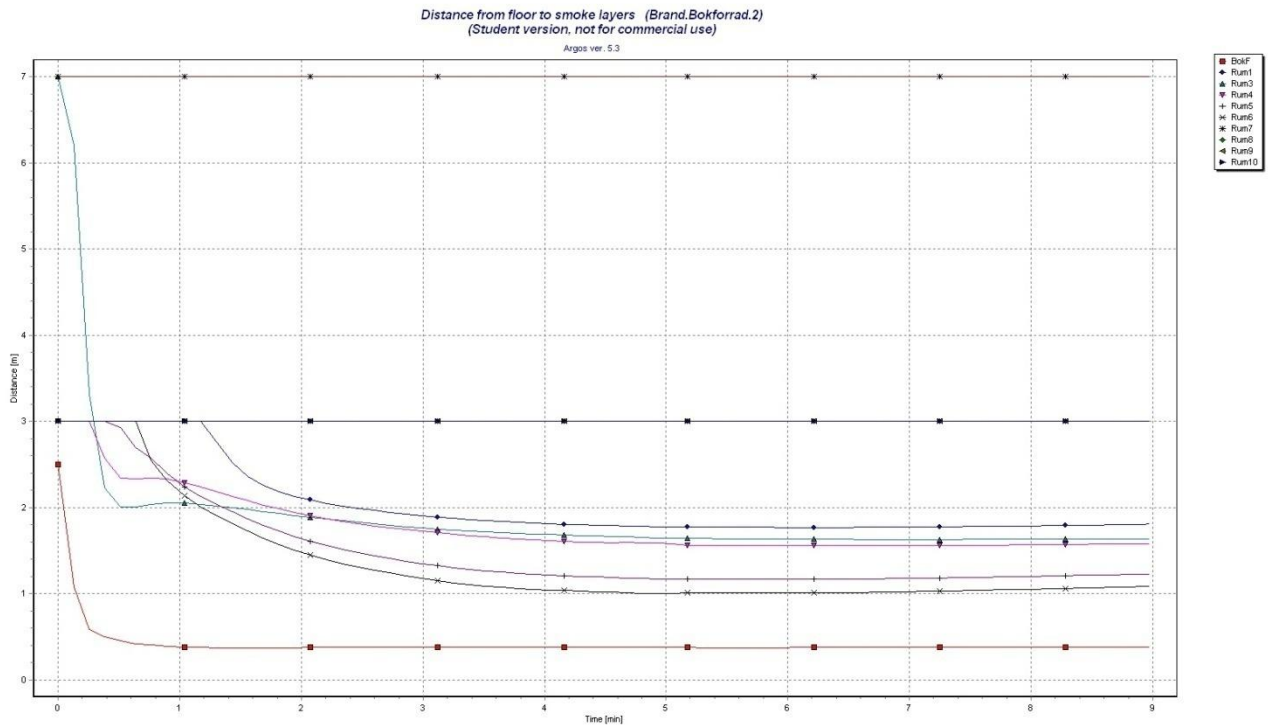
Figur 74. Visar medeltemperatur i rummen, öppen passagedörr, 9 MW.



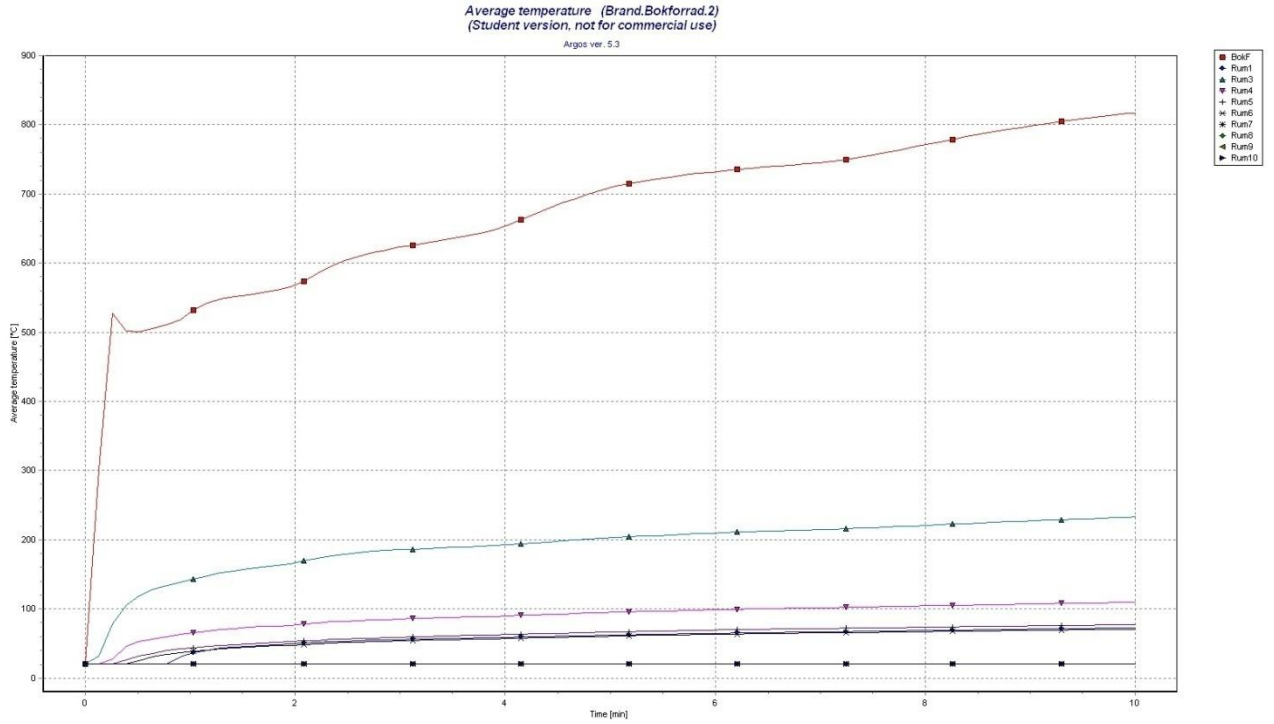
Figur 75. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, öppen passagedörr, 9 MW.



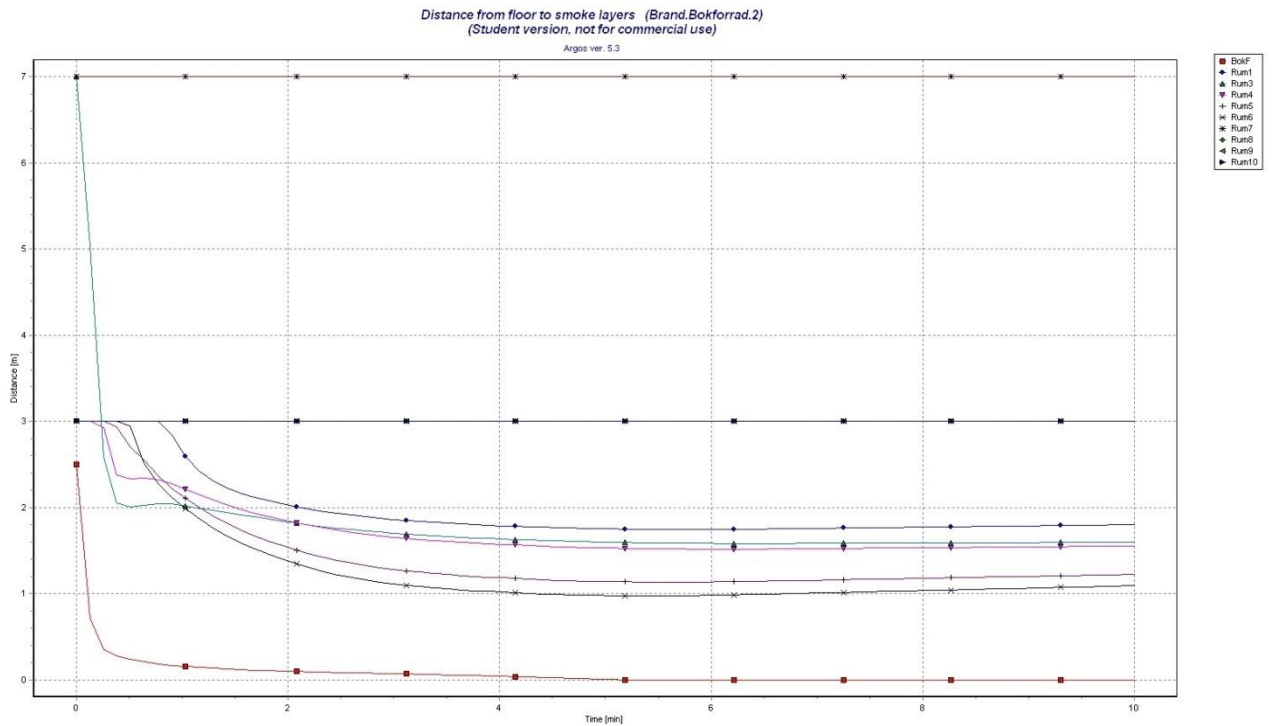
Figur 76. Visar medeltemperatur i rummen, 2 cm springa i passagedörr, 2,5 MW.



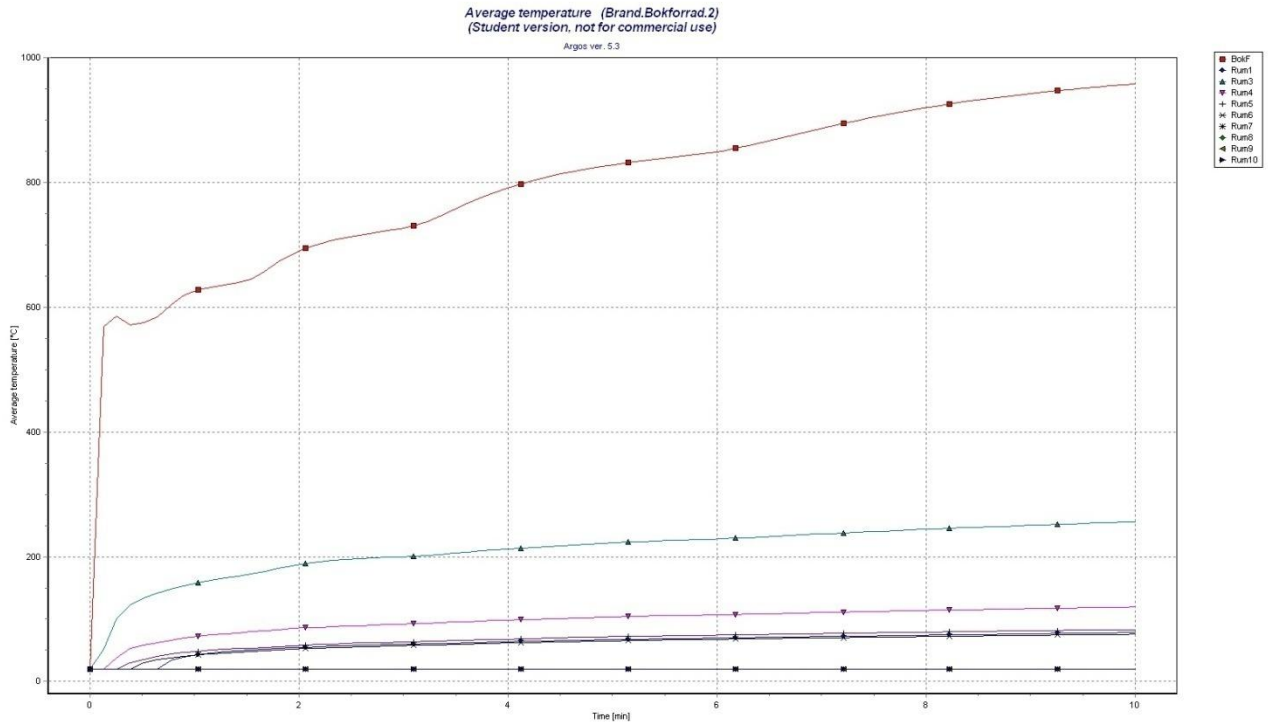
Figur 77. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, 2 cm springa i passagedörr, 2,5 MW.



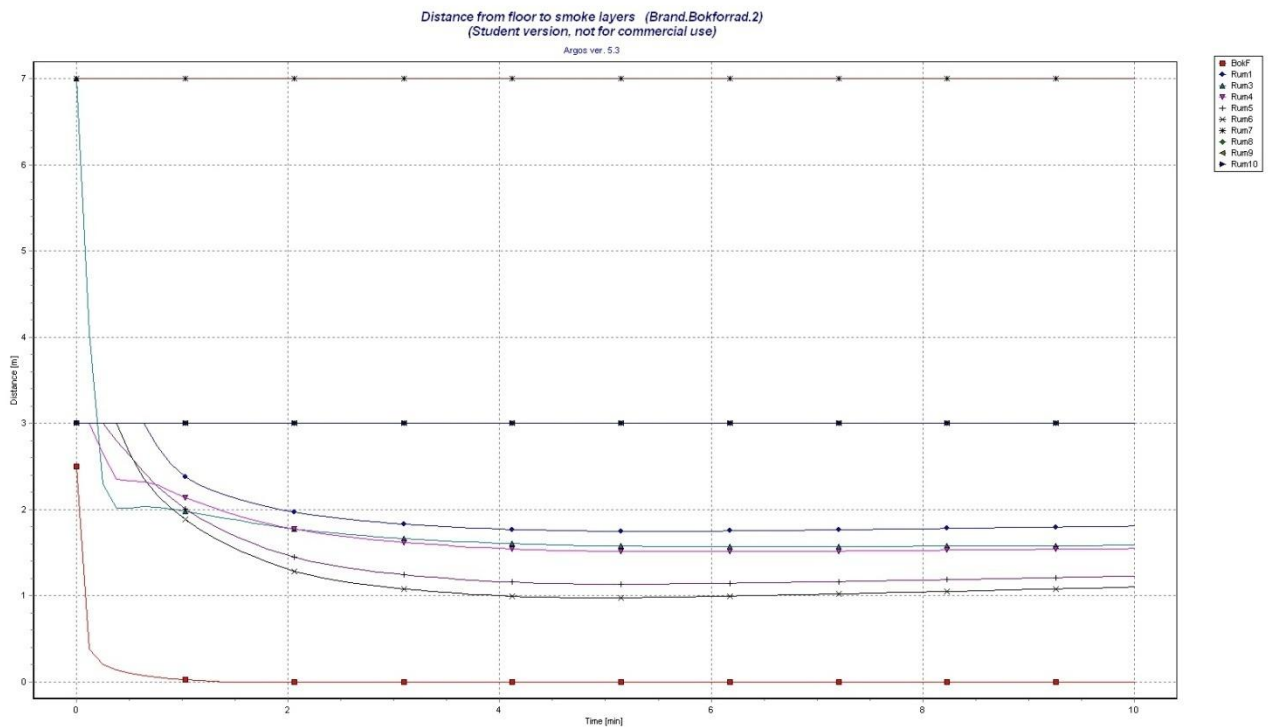
Figur 78. Visar medeltemperatur i rummen, 2 cm springa i passagedörr, 4,6 MW.



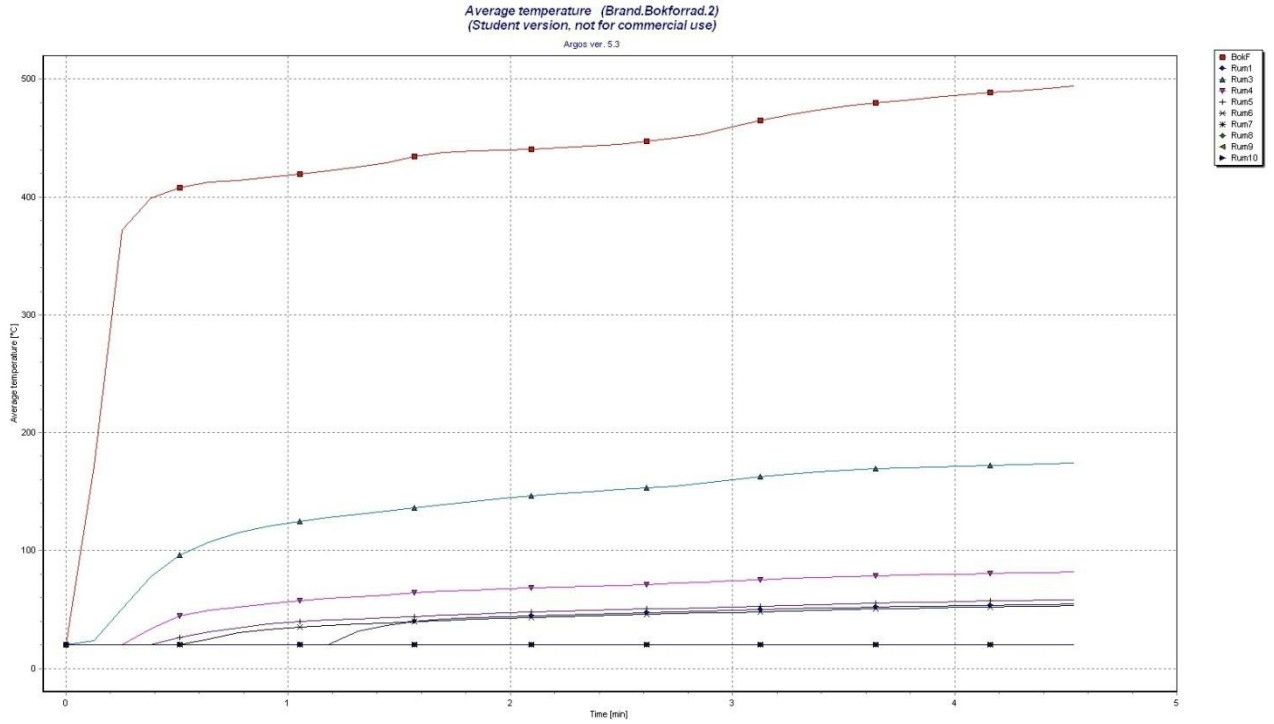
Figur 79. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, 2 cm springa i passagedörr, 4,6 MW.



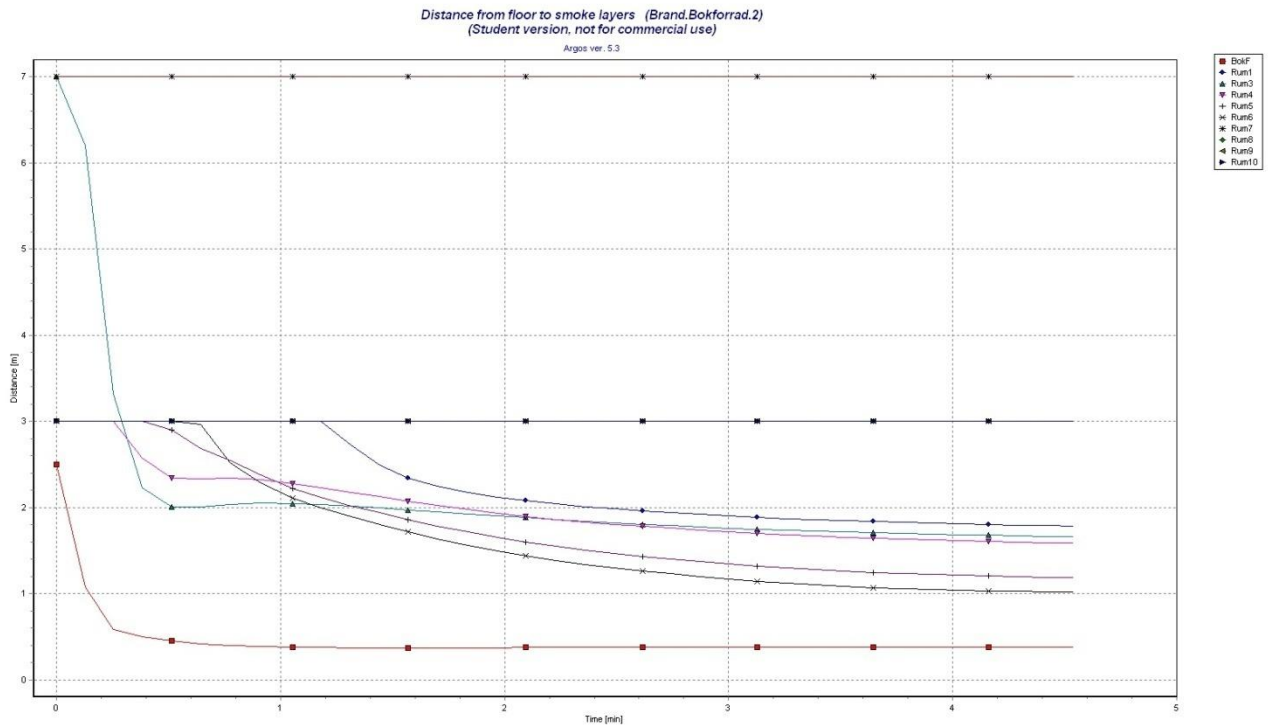
Figur 80. Visar medeltemperatur i rummen, 2 cm springa i passagedörr, 9 MW.



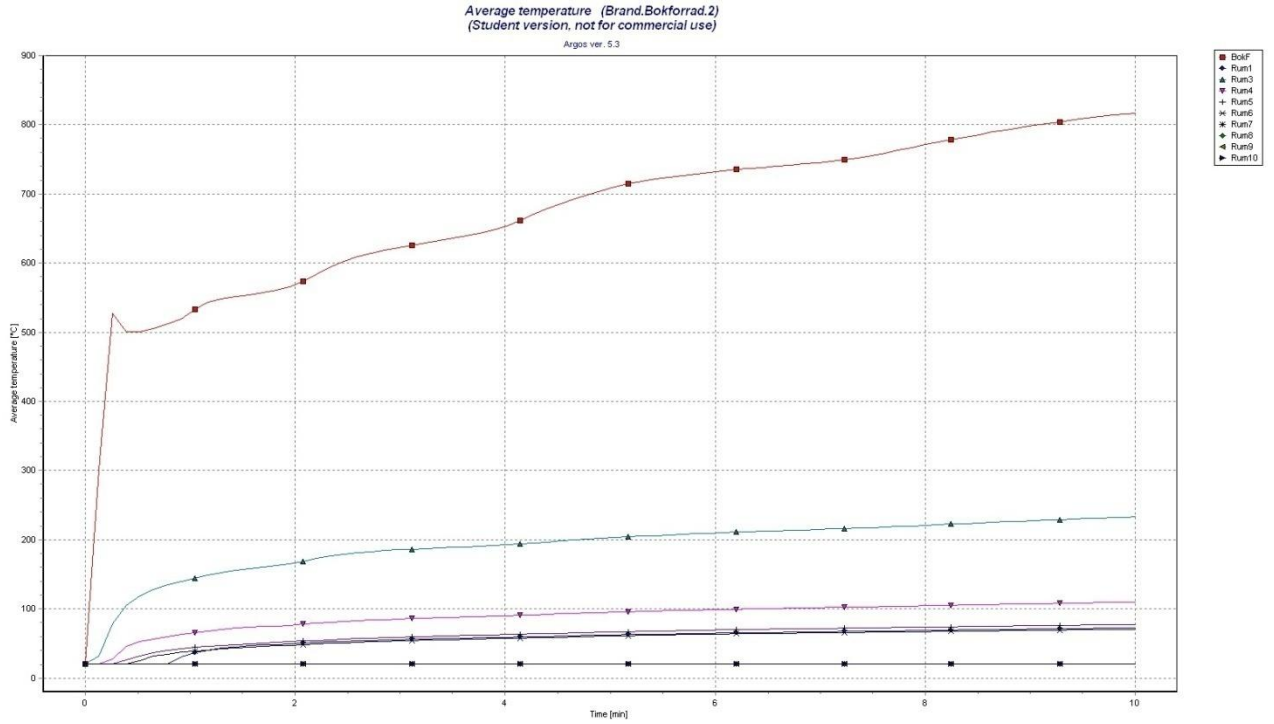
Figur 81. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, 2 cm springa i passagedörr, 9 MW.



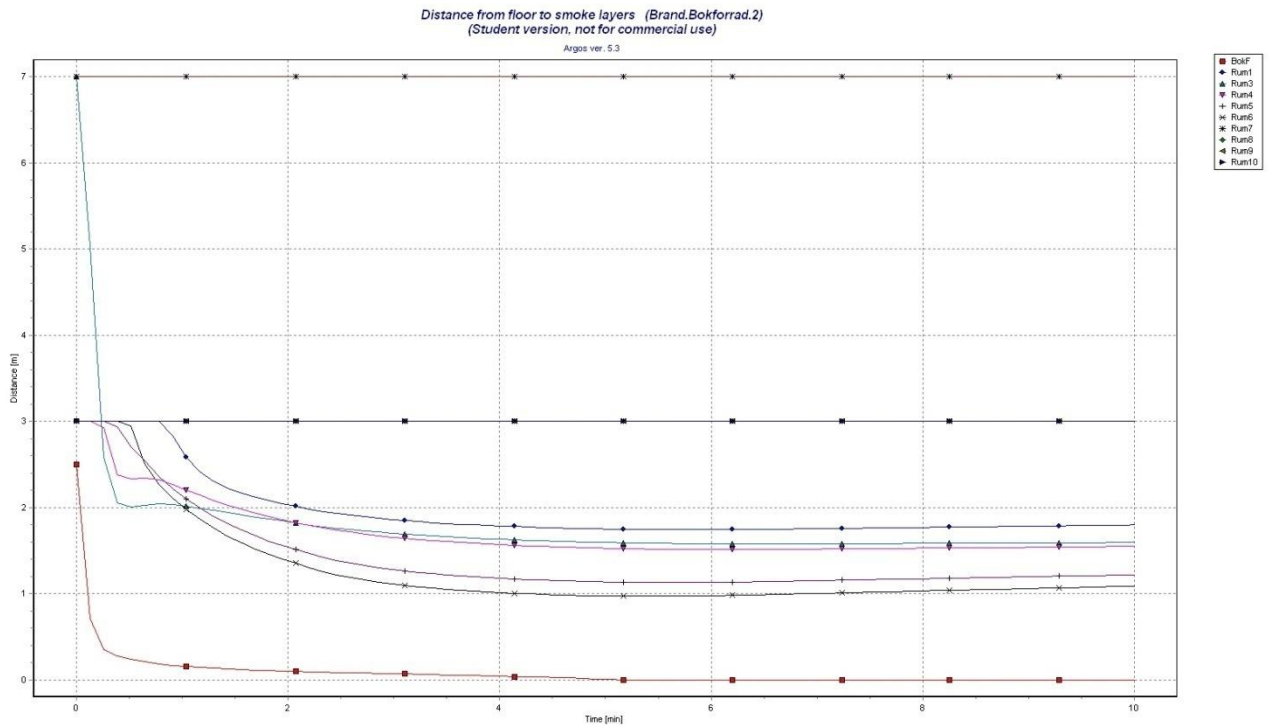
Figur 82. Visar medeltemperatur i rummen, stängd passagedörr, 2,5 MW.



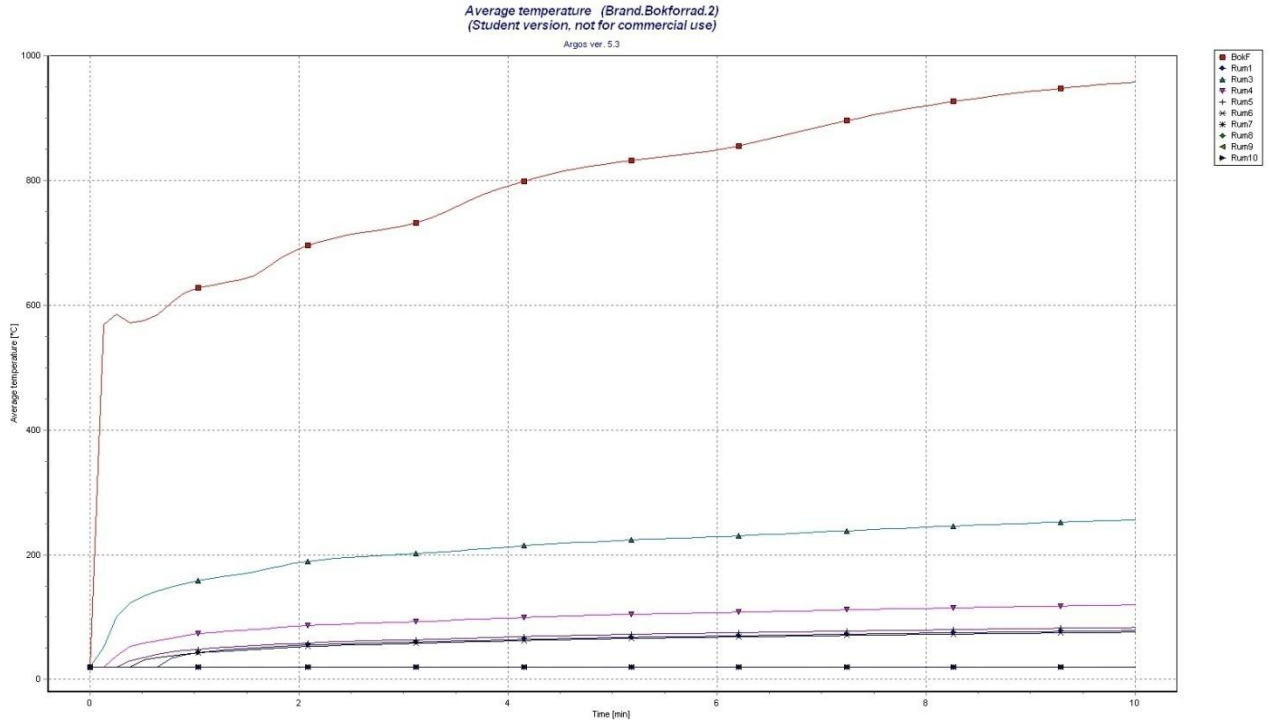
Figur 83. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, stängd passagedörr, 2,5 MW.



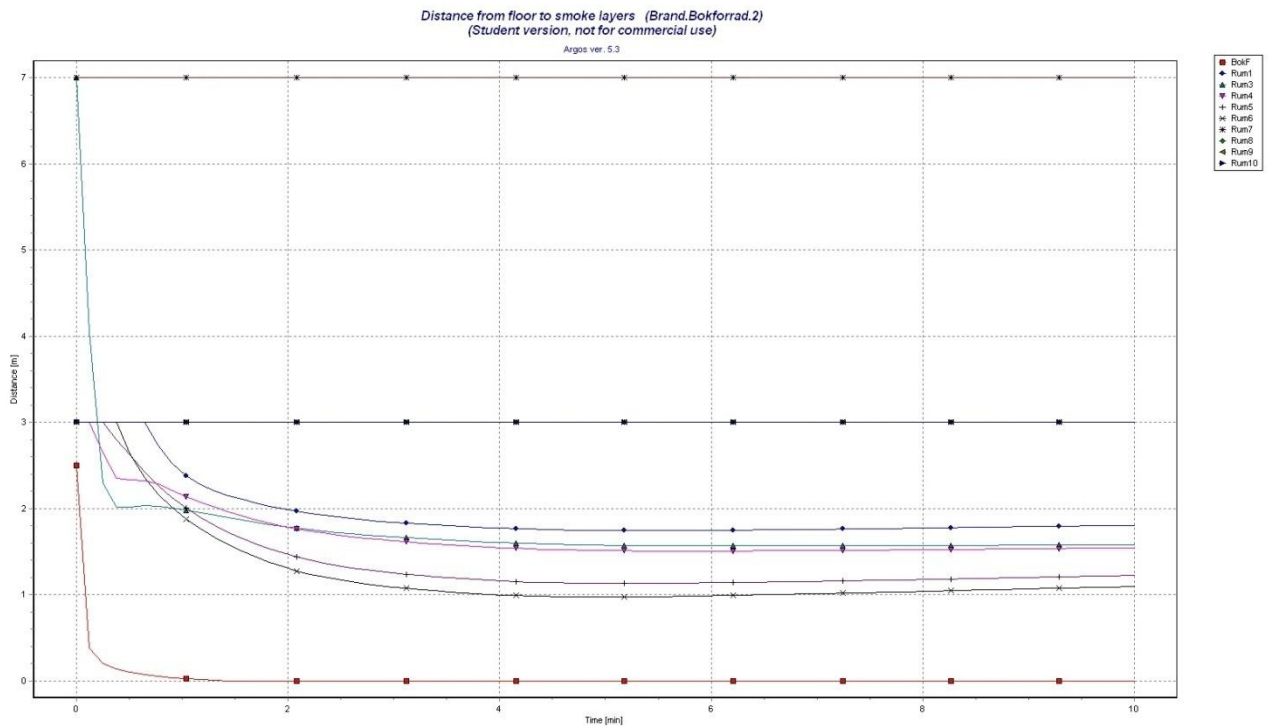
Figur 84. Visar medeltemperatur i rummen, stängd passagedörr, 4,6 MW.



Figur 85. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, stängd passagedörr, 4,6 MW.



Figur 86. Visar medeltemperatur i rummen, stängd passagedörr, 9 MW.



Figur 87. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, stängd passagedörr, 9 MW.

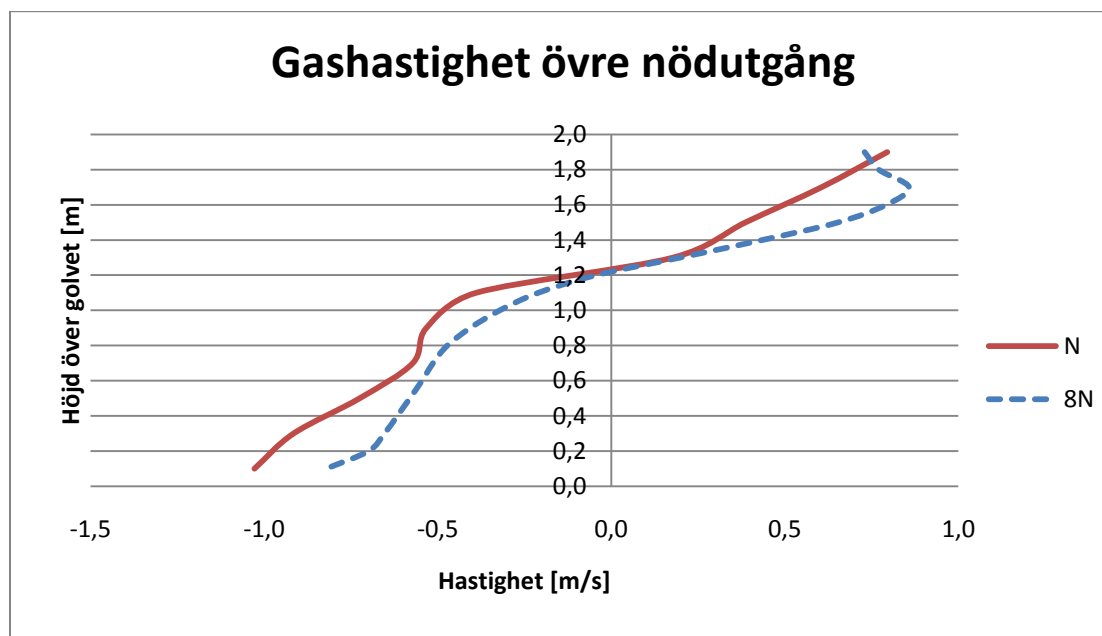
Bilaga A8

Indata FDS

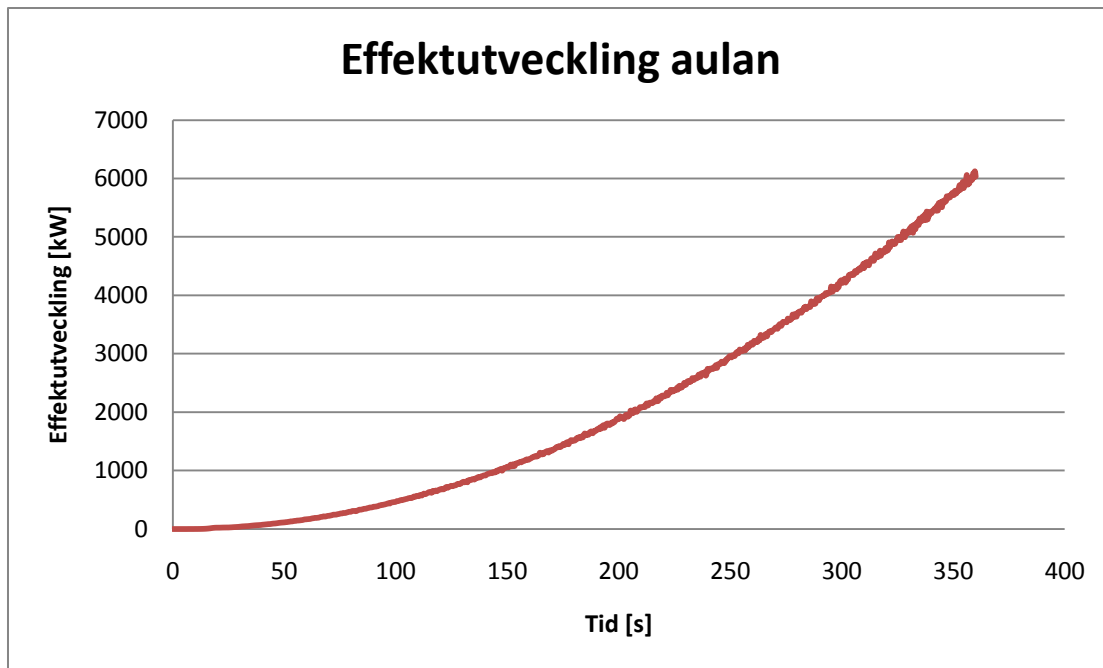
Datorprogrammet FDS 5 har använts för att beräkna när kritiska förhållanden uppstår, för att rapportens resultat ska vara repeterbara presenteras nedan de scriptfiler som använts vid simuleringarna.

Värmetransporten genom väggar antas vara försumbar under den relativt korta tidsperioden som simuleringarna pågår och därför används inerta väggar. Eftersom det dominerande bränslet vid en scenbrand kommer vara tyg och trämaterial antas det brinnande materialet i simuleringen vara cellulosa. Vad branden i bokförrådet antas det vara pappersmaterial som brinner och därför anses det lämpligt att även här använda cellulosa som brinnande material i simuleringen. Förbränningsenergin sätts till 17,4 kJ/g (DiNunno, 2002). Soot yield, hur många gram sot som produceras per gram bränsle som förbränns, sätts till 0,015 g/g. CO yield, hur många gram kolmonoxid som produceras per gram bränsle som förbränns, sätts till 0,14 g/g (Karlsson & Quintiere, 2000). Två brandgasluckor har använts vid simuleringen för scenbrand i aulan. Brandgasluckorna öppnas efter 158 sekunder vilket har beräknats i datorprogrammet Detact-T2. Temperaturen i brandgasen vid brandgasluckorna kontrolleras även för simuleringen i FDS. Vid simuleringarna har det antagits att andelen av effektutvecklingen som avges som strålning är 0.35, det vill säga 35 %. (Karlsson & Quintiere, 2000).

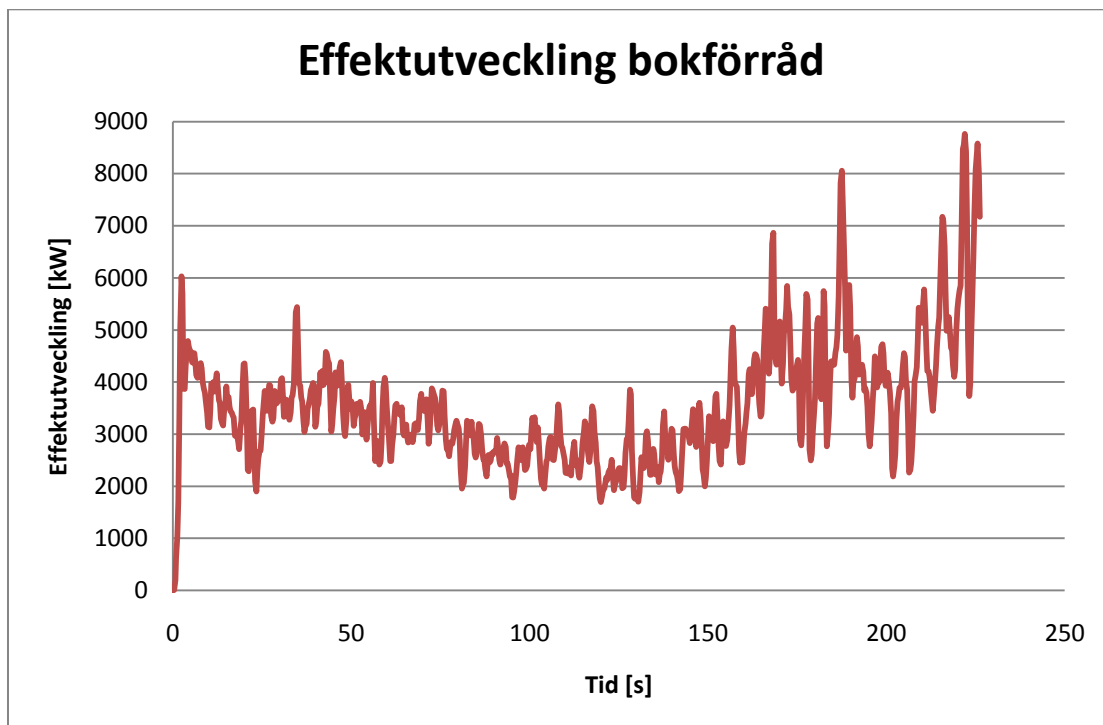
För att visa att lösningen är oberoende av gridstorleken har simuleringar utförts där antalet celler dubblats i varje dimension, det totala antalet celler blir därmed åtta gånger fler. Ingen skillnad kunde urskiljas i tiden det tar för kritiska förhållanden att uppstå. Gashastigheten vid den ena övre utgången i aulan har jämförts mellan simuleringarna (Figur 88). Inga större skillnader noteras i gashastigheten mellan simuleringarna och lösningen anses därför vara gridoberoende. Effektutvecklingen som använts i simuleringen för scenbrand i aulan kan ses i Figur 89. Effektutvecklingen från simuleringen för brand i bokförrådet kan ses i Figur 90. Notera att effektutvecklingen varierar trots att den satts till att vara konstant i FDS.



Figur 88. Visar hastigheten på gaser vid den övre nödutgången. Negativa värden anger att gaserna strömmar in i aulan.



Figur 89. Visar effektutveckling från branden i aulan.



Figur 90. Visar effektutveckling från branden i bokförrådet.

Scriptfil aulan 8N

```

&HEAD CHID='Aulan8N', TITLE='Scenbrand' /
&MESH IJK= 250, 160, 80, XB= 0.0, 25.0, 1.0, 17.0, 0.0, 8.0 /
&TIME T_END=360.0 /
&MISC SURF_DEFAULT='INERT', BNDF_DEFAULT=.FALSE. /
&REAC ID = 'CELLULOSE'
SOOT_YIELD = 0.015
CO_YIELD = 0.14
C = 6.
H = 10.
O = 5.
HEAT_OF_COMBUSTION = 17470
IDEAL = .FALSE. /
&SURF ID='FIRE', HRRPUA=338., COLOR='RASPBERRY', TAU_Q =-360. /
&OBST XB= 2.5, 5.5, 6.0, 12.0, 1.0, 1.4, SURF_IDS='FIRE','INERT','INERT' /

```

Norra väggen(mot matsal):

```
&OBST XB= 0.0, 21.1, 1.9, 2.1, 0.1, 7.0, COLOR='OLIVE', BNDF_OBST=.TRUE./
```

Södra väggen(mot syslöjd):

```
&OBST XB= 0.0, 21.1, 15.9, 16.1, 0.1, 7.0, COLOR='OLIVE', BNDF_OBST=.TRUE. /
```

Östra Väggen (mot entré):

```
&OBST XB= 0.0, 0.2, 2.1, 15.9, 0.1, 7.0 /
```

Västra Väggen(mot café):

```
&OBST XB= 20.9, 21.1, 2.1, 15.9, 0.1, 7.0, COLOR='OLIVE', BNDF_OBST=.TRUE. /
```

Tak:

```
&OBST XB= 0.0, 21.1, 1.9, 16.1, 7.0, 7.2, COLOR='OLIVE' /
```

Golv:

```
&OBST XB= 0.0, 21.1, 1.9, 16.1, 0.0, 0.1 /
```

Scen:

```
&OBST XB= 0.1, 6.7, 2.1, 15.9, 0.1, 1.0, COLOR='SIENNA' /
```

```
&OBST XB= 6.7, 7.1, 4.9, 13.1, 0.1, 1.0, COLOR='SIENNA' /
```

Väggar vid scen:

Främre

```
&OBST XB= 6.7, 6.9, 2.1, 4.9, 0.1, 7.0, COLOR='OLIVE' /
```

```
&OBST XB= 6.7, 6.9, 13.1, 15.9, 0.1, 7.0, COLOR='OLIVE' /
```

Bakre

```
&OBST XB= 1.4, 1.5, 13.9, 15.9, 1.0, 7.0, COLOR='OLIVE' /
```

```
&OBST XB= 1.5, 6.7, 13.8, 13.9, 1.0, 7.0, COLOR='OLIVE' /
```

```
&OBST XB= 1.4, 1.5, 2.1, 4.1, 1.0, 7.0, COLOR='OLIVE' /
```

```
&OBST XB= 1.5, 6.7, 4.0, 4.1, 1.0, 7.0, COLOR='OLIVE' /
```

Brandgasventilation, ska öppnas efter 158 sekunder enligt beräkningar i Detact:

```
&HOLE XB= 2.8, 4.7, 6.1, 7.3, 6.9, 7.3 /
```

```
&OBST XB= 2.8, 4.7, 6.1, 6.1, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 2.8, 4.7, 7.3, 7.3, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 2.7, 2.8, 6.1, 7.3, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 4.7, 4.8, 6.1, 7.3, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 2.8, 4.7, 6.1, 7.3, 7.8, 7.8, DEVC_ID='detektion' /
```

```
&HOLE XB= 2.8, 4.7, 10.6, 11.8, 6.9, 7.3 /
```

```
&OBST XB= 2.8, 4.7, 10.6, 10.6, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 2.8, 4.7, 11.8, 11.8, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 2.7, 2.8, 10.6, 11.8, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 4.7, 4.8, 10.6, 11.8, 7.2, 7.8, COLOR='SILVER' /
```

```
&OBST XB= 2.8, 4.7, 10.6, 11.8, 7.8, 7.8, DEVC_ID='detektion' /
```

```
&DEVC XYZ=1,2,3, ID='detektion', SETPOINT= 158., QUANTITY='TIME',
```

```
INITIAL_STATE=.TRUE. /
```

Trapp:

&MULT ID='trapp', DXB=1.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.236, 0.236, N_LOWER=0, N_UPPER=10 /
 &OBST XB=9.9, 10.9, 2.1, 15.9, 0.1, 0.336, MULT_ID='trapp', COLOR='SLATE GRAY' /

Utrymningsvägar Västra väggen:

&HOLE XB= 20.8, 21.2, 12.0, 13.2, 2.7, 4.7 /
 &HOLE XB= 20.8, 21.2, 4.8, 6.0, 2.7, 4.7 /

Utrymningsväg Norra väggen:

&HOLE XB= 7.6, 9.5, 1.8, 2.2, 0.1, 2.1 /

Utrymningsväg Södra väggen:

&HOLE XB= 7.6, 9.5, 15.8, 16.2, 0.1, 2.1 /

Atmosfär:

&VENT XB= 0.0, 25.0, 0.0, 18.0, 8.0, 8.0, SURF_ID='OPEN' /

Utdata:

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= 0.2, 20.9, 2.1, 15.9, 0.1, 7.0 /
 &SLCF QUANTITY='OPTICAL DENSITY', XB= 0.2, 20.9, 2.1, 15.9, 0.1, 7.0 /
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', XB= 0.2, 20.9, 2.1, 15.9, 0.1, 7.0 /
 &BNDF QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX' /
 &DEVC XB=8.5,8.5,2.4,2.4,0.0,7.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Norra utgangen
 gaslagerhojd' /
 &DEVC XB=8.5,8.5,15.6,15.6,0.0,7.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Sodra utgangen
 gaslagerhojd' /
 &DEVC XB=20.0,20.0,12.6,12.6,0.0,7.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Vastra utgangen1
 gaslagerhojd' /
 &DEVC XB=20.0,20.0,5.4,5.4,0.0,7.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Vastra utgangen2
 gaslagerhojd' /

&DEVC XYZ=8.5,2.4,1.8, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Norra utgangen temperatur' /
 &DEVC XYZ=8.5,15.6,1.8, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Sodra utgangen temperatur' /
 &DEVC XYZ=20.6,12.6,4.5, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Vastra utgangen1 temperatur' /
 &DEVC XYZ=20.6,5.4,4.5, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Vastra utgangen2 temperatur' /

&DEVC XYZ=21.0,12.6,4.6, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,9m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,4.5, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,8m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,4.4, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,7m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,4.3, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,6m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,4.2, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,5m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,4.1, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,4m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,4.0, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,3m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.9, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,2m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.8, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,1m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.7, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='1,0m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.6, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,9m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.5, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,8m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.4, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,7m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.3, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,6m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.2, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,5m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.1, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,4m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,3.0, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,3m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,2.9, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,2m' /
 &DEVC XYZ=21.0,12.6,2.8, QUANTITY='U-VELOCITY', ID='0,1m' /
 &TAIL /

Scriptfil bokförråd

```

&HEAD CHID='Korridor', TITLE='Brand i bokförråd' /
&MESH IJK= 215, 108, 36, XB=-2.0, 41.0, 0.0, 21.6, 0.0, 7.2 /
&TIME T_END=300.0 /
&MISC SURF_DEFAULT='INERT', BNDF_DEFAULT=.FALSE./
&REAC ID = 'CELLULOSE'
SOOT_YIELD = 0.015
CO_YIELD = 0.14
C = 6.
H = 10.
O = 5.
HEAT_OF_COMBUSTION = 17470
IDEAL = .FALSE. /
&SURF ID='FIRE', HRRPUA=1643., COLOR='RASPBERRY' /
&OBST XB= 17.2, 20.7, 3.6, 4.4, 0.1, 0.6, SURF_IDS='FIRE','INERT','INERT' /

```

Bokförråd:

Norra väggen:

&OBST XB= 17.0, 21.4, 5.7, 5.9, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

Västra väggen:

&OBST XB= 16.8, 17.0, 2.1, 5.8, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

Dörr:

&HOLE XB= 21.1, 21.5, 3.5, 4.5, 0.1, 2.0 /

Tak:

&OBST XB= 16.8, 21.4, 2.1, 5.9, 3.0, 3.1, COLOR='ROYAL BLUE' /

Golv:

&OBST XB= 16.8, 21.4, 2.1, 5.9, 0.0, 0.1, COLOR='MELON', BNDF_OBST=.TRUE./

*Södra korridoren (mot datasal, bokförråd etc):**Norra väggen mot bokförråd, bibliotek:*

&OBST XB= 0.1, 21.4, 2.0, 2.1, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

Norra väggen mot aulan:

&OBST XB= 24.7, 39.0, 3.2, 3.3, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

Södra väggen mot systöjd, fläkttrum, ljusgårdar, datasal:

&OBST XB= 0.1, 39.0, 0.0, 0.1, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

*Lilla korridoren mellan norra och södra korridoren:**Västra väggen mot bokförråd, SO-sal, Café:*

&OBST XB= 21.2, 21.4, 2.1, 19.5, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

&OBST XB= 21.2, 21.4, 3.2, 18.2, 3.0, 7.0, COLOR='BRICK' /

Östra väggen mot aulan:

&OBST XB= 24.6, 24.7, 3.2, 18.2, 0.1, 7.0, COLOR='BRICK' /

Dörrvägg:

&OBST XB= 21.4, 24.6, 10.7, 10.9, 0.1, 7.0, COLOR='BRICK' /

Dörr:

&HOLE XB= 21.6, 23.4, 10.6, 11.0, 0.1, 2.0, COLOR='BRICK' /

*Norra korridoren (mot café, matsal etc):**Södra väggen mot café, bibliotek:*

&OBST XB= 0.1, 21.4, 19.4, 19.5, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

Södra väggen mot aula:

&OBST XB= 24.7, 39.0, 18.1, 18.3, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

Norra väggen mot matsal:

&OBST XB= 0.1, 39.0, 21.4, 21.5, 0.1, 3.0, COLOR='BRICK' /

*Tak:**Södra*

&OBST XB= 0.0, 21.4, 0.0, 2.1, 3.0, 3.1, COLOR='ROYAL BLUE' /

&OBST XB= 21.4, 39.0, 0.0, 3.3, 3.0, 3.1, COLOR='ROYAL BLUE' /

&OBST XB= 21.3, 24.7, 3.2, 3.3, 3.1, 7.0, COLOR='ROYAL BLUE' /

Lilla

&OBST XB= 21.2, 24.7, 3.2, 18.3, 7.0, 7.1, COLOR='ROYAL BLUE' /

Norra

&OBST XB= 0.0, 21.4, 19.4, 21.5, 3.0, 3.1, COLOR='ROYAL BLUE' /

&OBST XB= 21.4, 39.0, 18.2, 21.5, 3.0, 3.1, COLOR='ROYAL BLUE' /

&OBST XB= 21.3, 24.7, 18.2, 18.3, 3.1, 7.1, COLOR='ROYAL BLUE' /

*Golv:**Södra*

&OBST XB= 0.0, 21.4, 0.0, 2.1, 0.0, 0.1, COLOR='MELON', BNDF_OBST=.TRUE. /

&OBST XB= 21.4, 39.0, 0.0, 3.3, 0.0, 0.1, COLOR='MELON', BNDF_OBST=.TRUE. /

Lilla

&OBST XB= 21.3, 24.7, 3.2, 18.2, 0.0, 0.1, COLOR='MELON', BNDF_OBST=.TRUE. /

Norra

&OBST XB= 0.0, 21.4, 19.4, 21.5, 0.0, 0.1, COLOR='MELON', BNDF_OBST=.TRUE. /

&OBST XB= 21.4, 39.0, 18.2, 21.5, 0.0, 0.1, COLOR='MELON', BNDF_OBST=.TRUE. /

Atmosfär:

&VENT XB= -2.0, 41.0, 0.0, 21.6, 7.2, 7.2, SURF_ID='OPEN' /

Utdata:

&DEVC XYZ=2.0,20.5,1.8, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Vastra utgangen norra temp' /

&DEVC XYZ=2.0,1.2,1.8, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Vastra utgangen sodra temp' /

&DEVC XYZ=37.0,19.7,1.8, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Ostra utgangen norra temp' /

&DEVC XYZ=37.0,1.7,1.8, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Ostra utgangen sodra temp' /

&DEVC XYZ=22.5,10.0,1.8, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='Dorr mellan korridor temp' /

&DEVC XB=2.0,2.0,20.5,20.5,0.0,3.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Vastra utgangen norra gaslagerhojd' /

&DEVC XB=2.0,2.0,1.2,1.2,0.0,3.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Vastra utgangen sodra gaslagerhojd' /

&DEVC XB=37.0,37.0,19.7,19.7,0.0,3.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Ostra utgangen norra gaslagerhojd' /

&DEVC XB=37.0,37.0,1.7,1.7,0.0,3.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Ostra utgangen sodra gaslagerhojd' /

&DEVC XB=22.5,22.5,10.0,10.0,0.0,7.0, QUANTITY='LAYER HEIGHT', ID='Dorr mellan korridor gaslagerhojd' /

Temp mellankorridor:

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= 23.0, 23.0, 3.2, 18.2, 0.1, 7.0 /

Temp norra korridor:

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= 0.0, 39.0, 20.0, 20.0, 0.1, 3.0 /

Temp södra korridor:

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', XB= 0.0, 39.0, 1.5, 1.5, 0.1, 3.0 /

Sikt mellankorridor:

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', XB= 23.0, 23.0, 3.2, 18.2, 0.1, 7.0 /

Sikt norra korridor:

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', XB= 0.0, 39.0, 20.0, 20.0, 0.1, 3.0 /

Sikt södra korridor:

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', XB= 0.0, 39.0, 1.5, 1.5, 0.1, 3.0 /

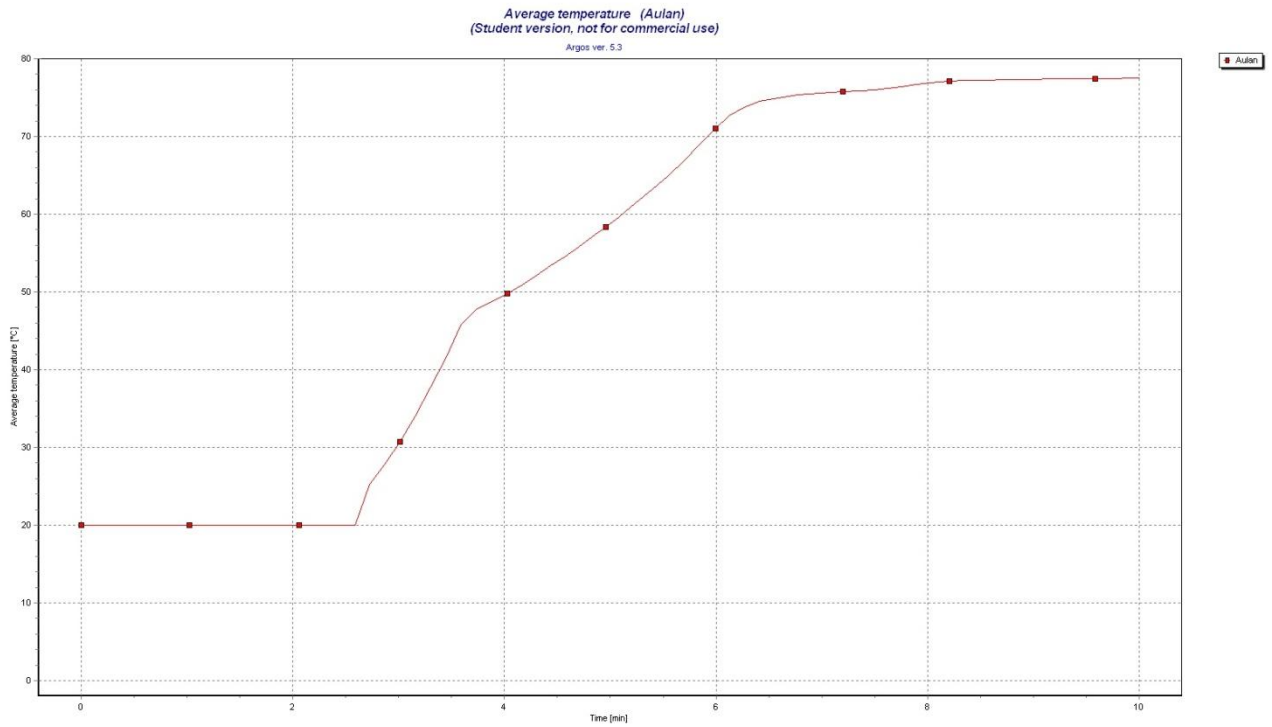
&BNDF QUANTITY='NET HEAT FLUX' /

&TAIL /

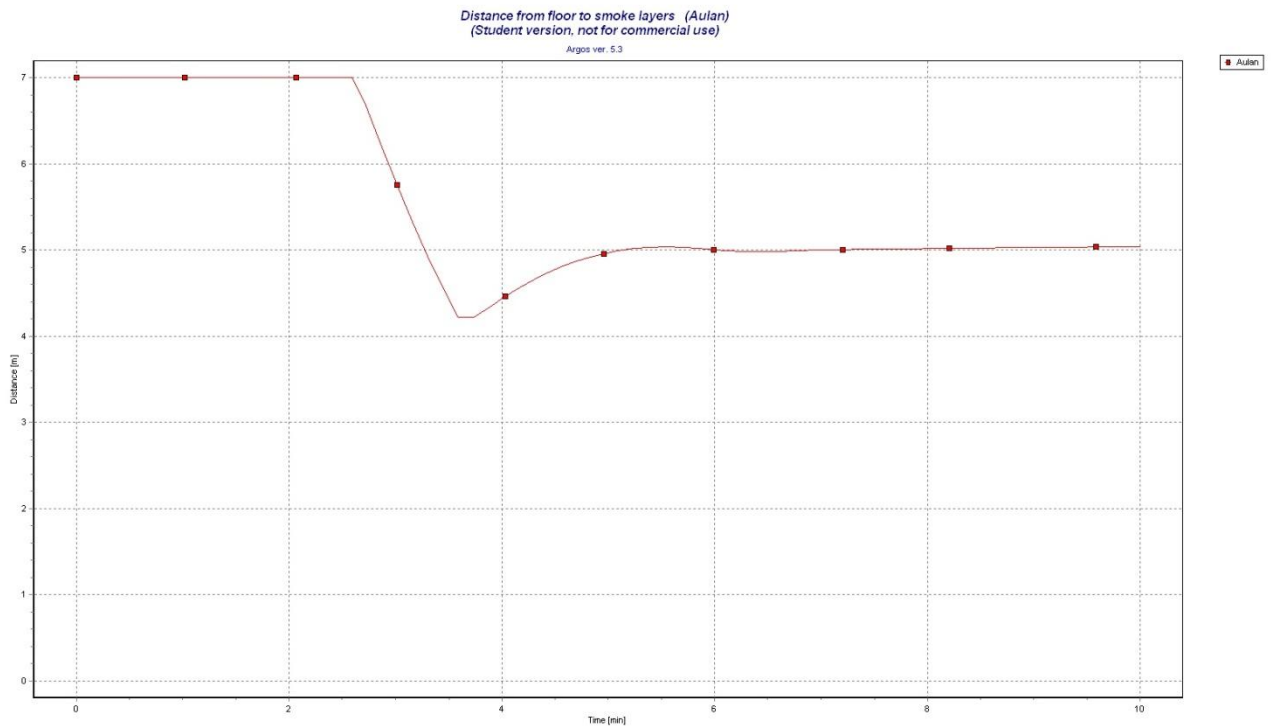
Bilagor för simuleringar med föreslagna åtgärder [B]

Bilaga B1

Diagram, åtgärder, aulan (Argos)



Figur 91. Visar medeltemperatur i rummet, tre brandgasluckor.



Figur 92. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, tre brandgasluckor.

Övriga bilagor [C]

Bilaga C1**HANDLINGSPLAN VID BRAND / ANNAN AKUT UTRYMNING**

Staffanstorp 2010-02-12

HAGALIDSKOLAN**RUTINER VID BRANDLARM / ANNAN AKUT UTRYMNING****Lärarnas uppgift****Gällande elever**

1. Undervisande lärare ansvarar för att hela undervisningsgruppen utrymmer vid närmaste utrymningsväg. (se utrymningsplan). Toaletterna och arbetsrum i angränsande område skall kontrolleras.

2. Eleverna ställer upp klassvis på parkeringsplatsen.
Elever i särskild undervisning går till sin klass.

- Åk 6 närmast mot järnvägen, fyll därefter på i klassordning.
- Eleverna ska stå vända mot skolan.
- Eleverna ska stå i raka led.

3. Arbetslaget hjälps åt att räkna in alla eleverna i sina klasser så att alla eleverna har utrymt.

4. Arbetslaget rapporterar till den som har gul-orange väst...

1. Rektor
2. Bitr. rektor om rektor ej finns på plats. 3) Utvecklingsledarna om rektor och bitr. rektor ej finns på plats.

...att hela klassen har utrymt.

Rektor/bitr. rektor/utvecklingsledare prickar då av klassen på checklistan.

Om någon elev saknas måste detta genast rapporteras!
Saknad elev försöks nå på mobil av kompis / lärare.

5. Avvakta på vidare information från rektor/bitr.rektor/ utvecklingsledare **INNAN NI SLÄPPER IN ELEVERNA!**

Vid grön flagg är det klart för återgång.

Lärarnas uppgift**Gällande personal**

Arbetslaget kollar om alla lärare i laget har utrymt. Rapportera till:

1. Rektor
2. Bitr. rektor om rektor ej finns på plats.
3. Utvecklingsledare om rektor och bitr. rektor ej finns på plats.

...att hela arbetslagets lärare har utrymt.

Rektor/bitr. rektor/ utvecklingsledare prickar då av arbetslaget.

Om någon lärare saknas måste detta genast rapporteras!

Övrig personal

1. Övrig personal anmäler sig till:

1. Rektor
2. Bitr. rektor om rektor ej finns på plats.
3. Utvecklingsledare om rektor och bitr. rektor ej finns på plats.

2. Stå kvar vid rektor / bitr. rektor / utvecklingsledare och var behjälplig om så behövs.

3. Avvakta på vidare information från rektor / bitr. rektor / utvecklingsledare
INNAN NI GÅR IN!

Enskilda uppgifter**Rektor / bitr. rektor / utvecklingsledare**

- Ta röd utrymningspärm "KRIS". Finns på expeditionen sidan om datorn.
- Ta gul-orange väst och flagga. Finns hos Rektor.
- Stå på parkeringen och ta emot rapporter från arbetslagen.
 - Pricka av klassen på checklisten
 - Pricka av arbetslagets lärare
- Pricka av övrig personal
- Rapportera omedelbart till räddningstjänsten om någon elev eller personalsaknas. (Kan ringa till vaktmästaren, 0709-35 13 59, eftersom han möter upp räddningstjänsten.)

Vaktmästare

1. Kontrollera på larmtavlan var larmet har utlösts.
2. Bege sig till larmstället för att kontrollera branden.
3. Gå rundan och få ut alla samt stänga alla innerdörrar
4. Ta emot räddningstjänsten och informera.
5. Ring / meddela när eleverna och personal får gå in igen

- Rektor 0709-35 13 50
- Bitr. rektor 0709-35 13 52 om rektor ej finns på plats
- Utvecklingsledarna om rektor och bitr. rektor ej finns på plats

Utrymningspärm "KRIS"

Utrymningspärmen finns på expeditionen.

Den innehåller bl a:

- Handlingsplan vid brand / annan utrymning
- Checklista över klasser, arbetslag samt övrig personal
- Översiktsschema klasser
- Lärarschema
- Badschema
- Klasslistor med familjeadresser

Aktiviteter som bryter ordinarie schema

Vid t ex idrottsdagar då eleverna befinner sig på olika ställen, både på och utanför skolan, ska de ansvariga lärarna (i detta fallet idrottslärarna) ha gjort upp grupplistor över eleverna med information om vem som befinner sig var.

Den lärare som ansvarar för aktiviteten på skolan tar med sig grupplistan ut vid larm och överlämnar den till någon i berört arbetslag.

VID BRAND

RÄDDA VARNA LARMA SLÄCKA

Fyra viktiga ord att lägga på minnet vid larm!

- Rädda folk vid brand, varna omgivningen, larma 112
- Försök att släcka elden med brandsläckare men ta inga onödiga risker.
- Om rummet är rökfyllt, kryp längs golvet, där finns syre.
- Stäng dörrar till de utrymmen där det brinner.
- Skolan ska utrymmas snarast och varje klass samlas vid anvisad plats för avräkning, även personalen.
- Läraren skall alltid lämna lokalen sist.
- Någon tar ansvar för att visa Räddningstjänsten var branden finns. I första hand vaktmästare.

Förebyggande

Boka alltid lokal om du skall vara i skolan efter 17.30. Ange också vilken verksamhet som bedrivs. Anteckna datum, klockslag, lokal, ansvarig (se blankett)

Har ni fest, disko el.dyl. efter skoltid, måste ni meddela vaktmästarna.

Bilaga C2**Statistik över skolbränder**

Källa: Myndigheten för samhällskydd och beredskap, (McIntyre, 2010).

Sverige

Antal	Total	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006	2 007	2 008	2009
Totals	4914	321	347	307	363	345	326	307	355	342	445	505	439	512	ca 455
01 Återantändning	24		2	2	2	2	2	2	4	1	3		3	1	
02 Anlagd med uppsåt	2225	95	130	120	163	159	159	139	162	164	209	257	198	270	
03 Barns lek med eld	281	13	30	16	19	26	19	17	14	13	29	32	27	26	
04 Glömd spis	182	12	10	13	12	14	9	17	13	13	15	16	20	18	
05 Rökning	27	2	3	3	3	1	1	3	2	2		4	3		
06 Levande ljus	85	3	4	9	6	7	7	6	8	6	11	3	6	9	
07 Tekniskt fel	438	29	22	29	31	22	32	32	32	32	41	52	39	45	
08 Blixtnedslag	4						1	1						1	1
09 Fyrvärkerier	140	4	8	9	6	8	1	3	8	10	11	17	26	29	
12 Explosion	9				2		3	1		1	2				
13 Soteld	8	1	2				1			1	1	2			
14 Värmeöverföring	188	10	11	15	22	18	12	17	23	7	18	12	16	7	
15 Gnistor	40	2	2	4	2	5	5	2	4	2	4	1	4	3	
16 Självantändning	81	3	6	5	7	8	4	4	4	14	3	7	5	11	
21 Heta arbeten	61	6	8	6	3	4	3	3	2	6	5	6	5	4	
24 Friktion	7										2	3	2		
30 Okänd orsak/ej angiven	849	123	85	57	65	63	53	49	65	59	62	62	46	60	
91 Annan	265	18	24	19	20	8	14	11	14	11	29	31	38	28	

Skåne

Antal	Total	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006	2 007	2 008	2009 preliminärt
Totals	760	29	33	32	54	59	41	40	60	59	66	87	73	127	96
01 Återantändning	6		1						1				3	1	1
02 Anlagd med uppsåt	381	12	10	13	18	30	18	16	30	34	34	48	40	78	63
03 Barns lek med eld	30		1	1	2	3	1	2	3	5	3	3	3	3	1
04 Glömd spis	23	1				1	3	4	3	2		4	1	4	
05 Rökning	4				1			2				1			
06 Levande ljus	9				2		3		3	1					2
07 Tekniskt fel	54	1	1	4	1	5	7	4	2	1	9	8	7	4	7
09 Fyrvärkerier	46		1			2		2	6	3	3	6	10	13	9
12 Explosion	4				1		1			1	1				
13 Soteld	1		1												
14 Värmeöverföring	20	1		2	5	6			1		3			2	3
15 Gnistor	5			1							1		1	2	
16 Självantändning	11	1		1	2	1	1			1		2		2	
21 Heta arbeten	11	1	1	1	1	1					2	1	1	2	1
30 Okänd orsak/ej angiven	116	11	16	6	19	6	5	7	10	7	7	9	2	11	3
91 Annan	39	1	1	3	2	4	2	3	1	4	3	5	5	5	6

Staffanstorps

Antal	Total	1 996	1 997	2 003	2 005	2 006	2 007	2009 preliminärt
Totals	9	1	2	3	1	1	1	1
02 Anlagd med uppsåt	3		1	2				1
03 Barns lek med eld	1			1				
07 Tekniskt fel	1						1	
21 Heta arbeten	2		1			1		
30 Okänd orsak/ej angiven	2	1				1		

Bilaga C3

Obligatorisk ventilationskontroll, 2009-02-18



Besiktningssprotokoll

Sida 1 av 3

Funktionskontroll av ventilationssystem
enligt SFS 1991:1273 med
ändringar t.o.m SFS 2006:1296

Referens nr.....	FunkiS A
Plats för stämpel	

Fastigheten

Fastighetsbeteckning/Byggnadsnummer Stanstorp 6:7 (Hagalidskolan) /		Byggnadens adress Hagalidsvägen		Postnr	Ort STAFFANSTORP
Byggnadsägare Staffanstorps hus AB		Postadress Box 137		Postnr 245 22	Ort STAFFANSTORP
Faktureringsadress Staffanstorps hus AB		Postadress Box 137		Postnr 245 22	Ort STAFFANSTORP
Fastighetsansvarig/Förvaltare Staffanstorps hus AB		Telefonnummer 046-23 48 50	Fax 040-25 27 42	e-post	
Ordförande Christer Bagan		Telefonnummer 046-23 48 57	Fax 040-25 27 42	e-post	
Kommun Staffanstorps kommun		Postadress		Postnr 245 80	Ort STAFFANSTORP
Internt byggnadsnamn	Internt nummer	Verksamhet	Bruksarea	Antal lägenheter	Antal lokaler

Besiktningssman

Sakkunnig Tommy Holmgren		Företag T.Holmgrens Ing Byrå AB		Adress Limhamnsvägen 111		Postnr 216 13	Ort LIMHAMN
Telefon 040-49 67 35	Fax 040-49 67 36	e-post holmgren_tommy@telia.com		FunkiS med nr 555	Underskrift		
Behörighet Riks K	Certifikatnr 1037	Cert-org Swedcert AB	Giltighetsid 2014-01-04	Underskriftsdatum 2009.02.18			

Protokoll med bilagor finns hos byggnadsnämnden och fastighetsägaren.

Besiktningssutlåtande (+ sammanställning av system inom byggnaden)

Ingår samtliga vent.system för byggnaden i denna besiktning				<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej	Besiktningssresultat: EG = Ej Godkänd, G = Godkänd		
Systemnr	Besiktningss-kategori	Besiktningss-datum	Besiktningss-resultat	Ombesiktningss-datum	Nästa ordinarie besiktningssdatum	Mätprotokoll (bil) nr	Gällande ventilationsnorm
TA1/FA1	1	2009-02-18	G		2011-02-18		BBR 2002
TA2/FA2	1	2009-02-18	G		2011-02-18		BBR 2002
TA4/FA4	1	2009-02-18	G		2011-02-18		BBR 2002
TA5/FA5	1	2009-02-18	EG	2009-08-18	2011-02-18		BBR 2002
TA6/FA6	1	2009-02-18	G		2011-02-18		BBR 2002
TA7/FA7	1	2009-02-18	G		2011-02-18		BBR 2002
TA8/FA8	1	2009-02-18	G		2011-02-18		BBR 2002
TA9/FA9	1	2009-02-18	G		2011-02-18		BBR 2002

Besiktningssresultat

Förklaringar: 1 = åtgärdas innan nästa OVK 2 = åtgärdas snarast 0 = Information som ligger utanför OVK-uppdraget

System	Komponent	Smuts	Fukt	Oljeflöt	Flöde	Funktion	Övrigt	Anmärkning i klartext	Systemdel
TA2/FA2	Larm					1		Låg tilluftstemperatur.	

Besiktningsresultat									
Förklaringar: 1 = åtgärdas innan nästa OVK 2 = åtgärdas snarast 0 = information som ligger utanför OVK-uppdraget									
System	Komponent	Smuts	Fukt	Oljehet	Flöde	Funktion	Övrigt	Anmärkning i klartext	Systemdel
TA5/FA5	Övrigt					2		Systemet fungerar ej tillfredsställande. För varmt vid belastning.	
TA6/FA6	Larm					1		Servicealarm.	
TA7/FA7	Övrigt					1		Låg tilluftstemperatur. Smuts FD labsalar. FD demont sal 63.	
TA8/FA8	Övrigt					1		Låg tilluftstemperatur. Korridor utanför fläktrum dålig ventilation.	
TA9/FA9	Övrigt					1		Högt ljud. Smuts i FD. TD omkl skadade.	

Allmänna omdöme, Kommentarer

Drifttider för FTX-aggregaten ej rätt enligt brukare.

Systeminformation - TA1/FA1

Systemnr TA1/FA1	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besikningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 1	Byggår:	Ombyggår:
Betjäna: Skolsalar m.m.			Placering:			
Samkör:		Drifttid helbart:		Drifttid delbart:		
Tidigare OVK besikt	Ritnr:	Ritdatum:	Flödesprot.nr:	Flödesprotidatum:	Övrigdok:	
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

Systeminformation - TA2/FA2

Systemnr TA2/FA2	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besikningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 3	Byggår:	Ombyggår:
Betjäna: Administration och Fritid			Placering:			
Samkör:		Drifttid helbart:		Drifttid delbart:		
Tidigare OVK besikt	Ritnr:	Ritdatum:	Flödesprot.nr:	Flödesprotidatum:	Övrigdok:	
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

Systeminformation - TA4/FA4

Systemnr TA4/FA4	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besikningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 4	Byggår:	Ombyggår:
Betjäna: Matsal, Skolsalar			Placering:			
Samkör:		Drifttid helbart:		Drifttid delbart:		
Tidigare OVK besikt	Ritnr:	Ritdatum:	Flödesprot.nr:	Flödesprotidatum:	Övrigdok:	
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

OVK enl SFS 1991:1273 med ändring t.o.m. SFS 2006:1296

Stanstorp 6:7 (Hagalidskolan) / Sida 3 av 3

Systeminformation - TA5/FA5

Systemnr TA5/FA5	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besiktningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 5	Byggår:	Ombyggår:
Bejälarnr: Informationssal			Placering:			
Samkör:		Drifttid helfart:		Drifttid delfart:		
Tidigare OVK besikt Rättnr:	Rindatum:	Flödesprotnr:	Flödesprotdatum:	Övrigdok:		
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

Systeminformation - TA6/FA6

Systemnr TA6/FA6	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besiktningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 6	Byggår:	Ombyggår:
Bejälarnr: Skolsalar m.m.			Placering:			
Samkör:		Drifttid helfart:		Drifttid delfart:		
Tidigare OVK besikt Rättnr:	Rindatum:	Flödesprotnr:	Flödesprotdatum:	Övrigdok:		
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

Systeminformation - TA7/FA7

Systemnr TA7/FA7	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besiktningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 7	Byggår:	Ombyggår:
Bejälarnr: Skolsalar, NO-salar mm			Placering:			
Samkör:		Drifttid helfart:		Drifttid delfart:		
Tidigare OVK besikt Rättnr:	Rindatum:	Flödesprotnr:	Flödesprotdatum:	Övrigdok:		
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

Systeminformation - TA8/FA8

Systemnr TA8/FA8	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besiktningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 8	Byggår:	Ombyggår:
Bejälarnr: Skolsalar, NO-salar mm			Placering:			
Samkör:		Drifttid helfart:		Drifttid delfart:		
Tidigare OVK besikt Rättnr:	Rindatum:	Flödesprotnr:	Flödesprotdatum:	Övrigdok:		
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

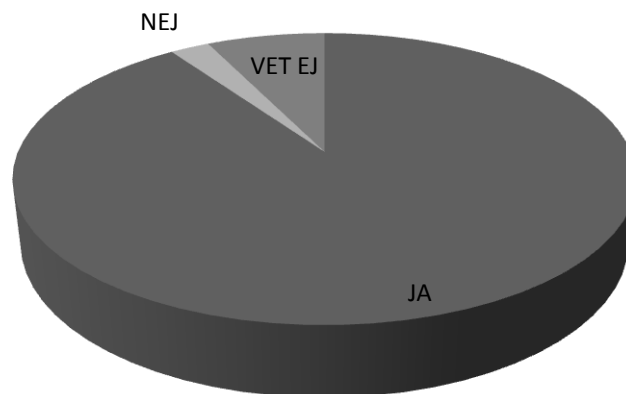
Systeminformation - TA9/FA9

Systemnr TA9/FA9	Flöde börvärde:	Systemtyp: FTX	Besiktningstyp: Återkommande besiktning	OVKnr: 9	Byggår:	Ombyggår:
Bejälarnr: Gymnastiksal, omklädnig			Placering:			
Samkör:		Drifttid helfart:		Drifttid delfart:		
Tidigare OVK besikt Rättnr:	Rindatum:	Flödesprotnr:	Flödesprotdatum:	Övrigdok:		
Ej kontrollerat Del:			Ej kontrollerat Orsak:			

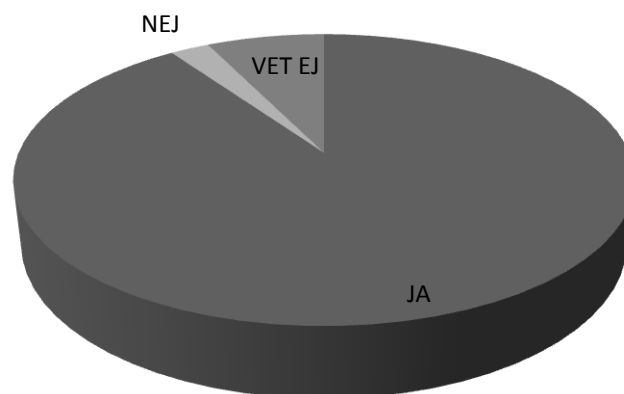
Bilaga C4**Enkätundersökning på Hagalidskolan 2010-02-08**

Enkätundersökningen delades ut till skolans personal genom rektorn Gert-Ingvar Karlsson vid det första platsbesöket. Svaren visar att skolans personal är vara väl insatta i utrymningsrutinerna. Undersökningen visar också att personalen behöver utbildning i att använda en handbrandsläckare. Skolan bör även se över sin utrymningsrutin för handikappade och rörelsehindrade personer.

1. Vet du var du ska utrymma i händelse av brand?

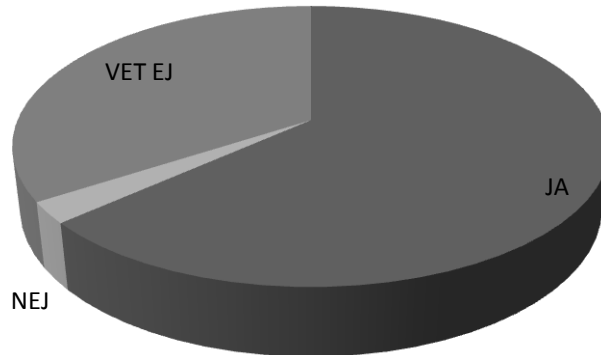


2. Vet du var eleverna ska utrymma i händelse av brand?

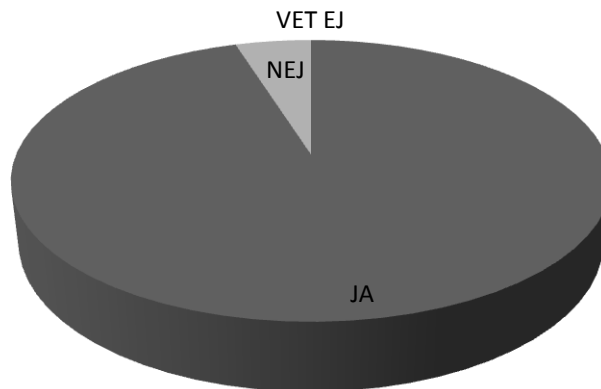
**Kommentarer till fråga 1 och 2**

Vissa deltagare i enkätundersökningen förstod inte formuleringen i fråga 1 och 2 och har därför inte svarat på frågan. Dessa tolkas som "Vet ej".

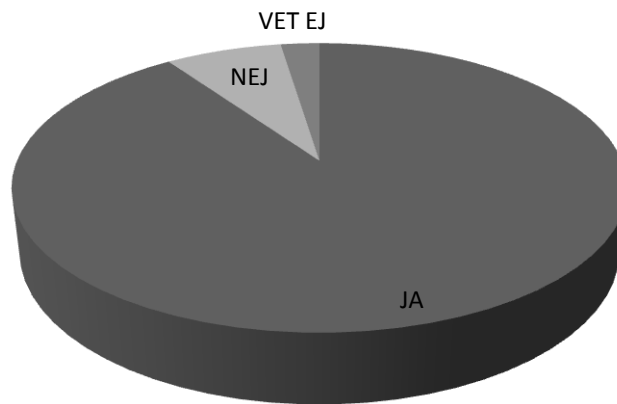
3. Brukar alla utrymningsvägar hållas fria?



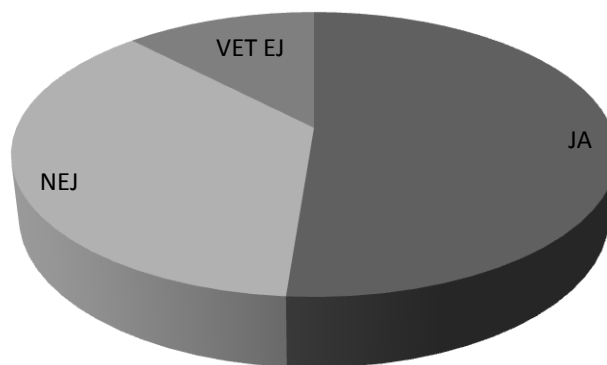
4. Har du deltagit i någon brandövning?



5. Vet du vilken din uppgift är vid brand?



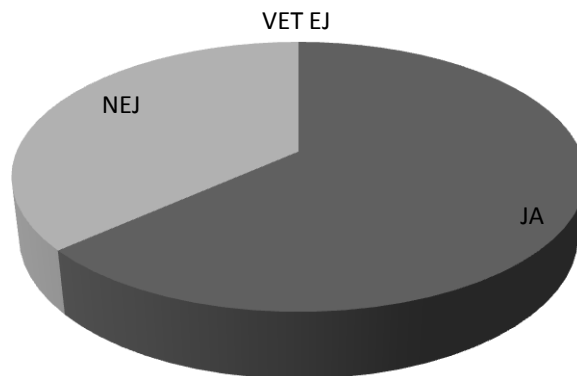
6. Vet du var brandsläckarna finns placerade?



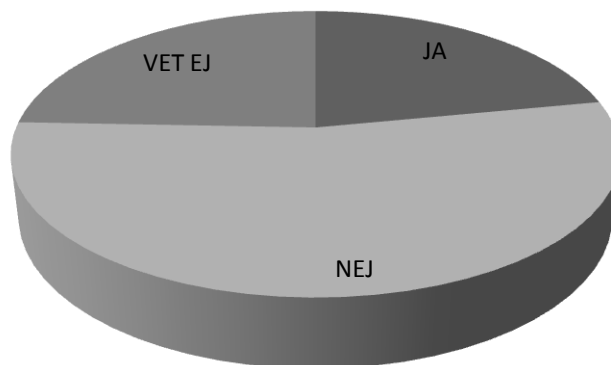
Kommentarer till fråga 6

Vissa deltagare i enkätundersökningen vet var några av brandsläckarna är placerade.

7. Har du fått någon utbildning på användning av brandsläckare?



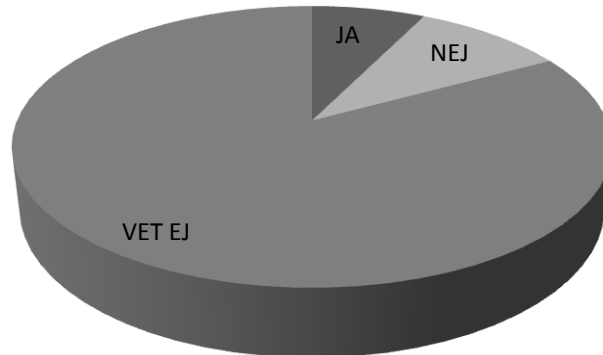
8. Vet du hur funktionshindrade utrymmer?



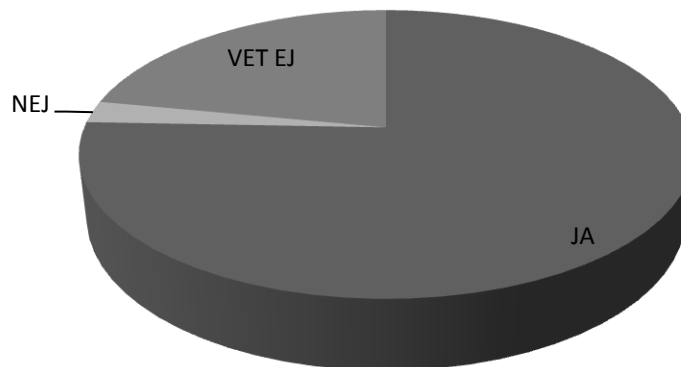
Kommentarer till fråga 8

Vissa deltagare i enkätundersökningen konstaterade att det inte finns funktionshindrade i skolan.

9. Finns det någon som har till uppgift att hjälpa funktionshindrade?

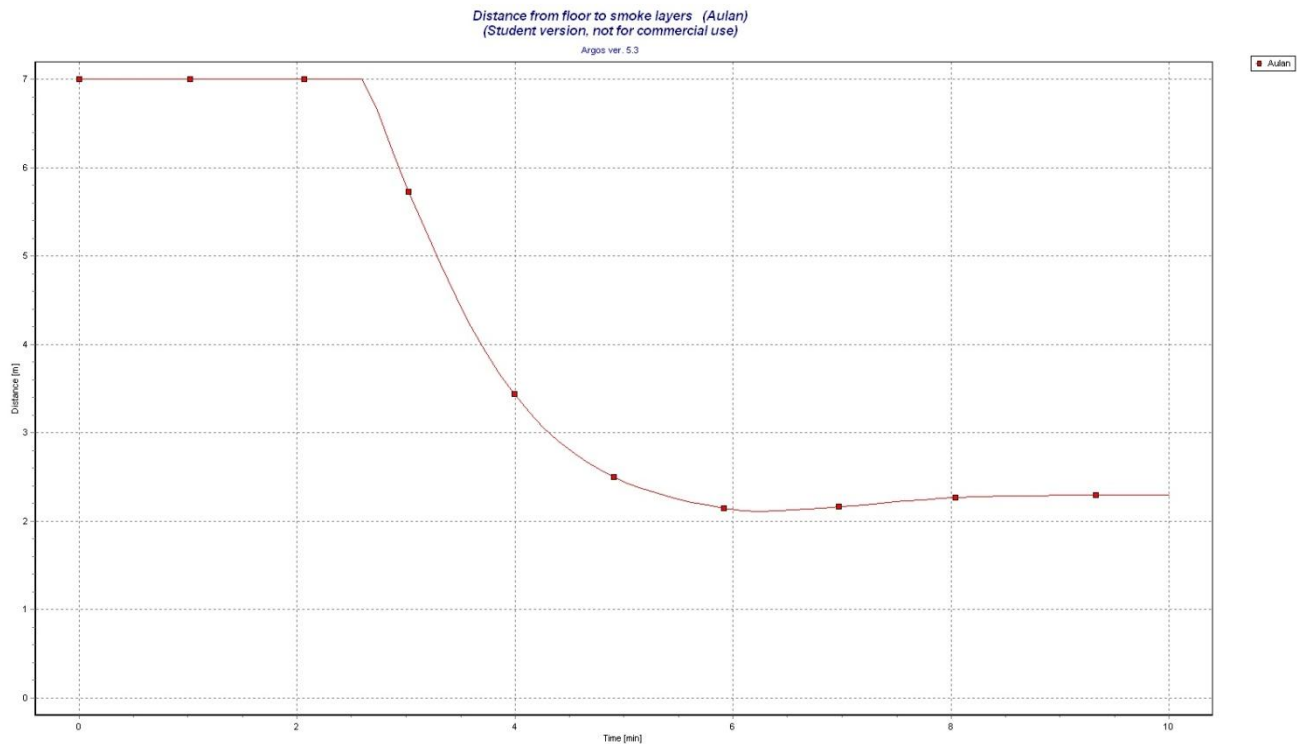


10. Upplever du miljön som säker sett ur ett utrymningsperspektiv?



Bilaga C5

Diagram, aulan (Argos)



Figur 93. Visar avstånd mellan golvet och brandgaslagret, fast.

Tabell 16. Tid till kritiska förhållanden uppstår i aulan genom att brandgaslagret sänks till en osäker nivå (Argos).

Utgång	Tillväxthastighet	Tid [min:s]	Effekt [MW]
Inga brandgasluckor			
Nedre	Fast	5:20 (BG)	5
Övre	Fast	3:15 (BG)	2

