

Brandteknisk riskvärdering av Folkets hus - Svedala



Kamil Bialas
Jonatan Klint
Martin Linge



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Rapport 9376, Lund 2010
Handledare: Håkan Frantzich



Brandteknisk riskvärdering av

Folkets hus – Svedala

Martin Linge • Kamil Bialas • Jonatan Klint

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.

Titel/Title

Brandteknisk riskvärdering av Folkets hus - Svedala/Fire Safety Evaluation of Folkets hus - Svedala

Rapport/Report

9376

Av/By

Kamil Bialas, Jonatan Klint, Martin Linge

Abstract

This report is a fire safety evaluation of Folkets Hus in Svedala, Sweden. The human safety is considered sufficient if the time required to complete evacuation is shorter than the time for critical conditions to emerge (available safe egress time). Based on the likelihood of occurrence and potential consequences, two representative fire scenarios were identified to verify if the human fire safety was satisfactory. To calculate the available safe egress time, the scenarios were simulated in either CFAST or FDS. This time was then compared with the required time for evacuation, which was calculated with the evacuation model Simulex. The conclusion supported by sensitivity analysis and hand calculations indicates with certainty that the human safety is *not* sufficient. Since the results were not satisfactory, recommended measures to improve the fire safety are introduced in this report.

Nyckelord/Keywords

brandteknisk riskvärdering, Folkets hus, Svedala, utrymning, personsäkerhet, kritiska förhållanden, brandskydd, känslighetsanalys, åtgärdsförslag,

Fire safety evaluation, People's house, Svedala, evacuation, personal safety, critical conditions, fire protection, sensitivity analysis, proposed measures

©Brandingenjörsprogrammet, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH, 2010.

Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University, 2010.

Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering

Lunds Tekniska Högskola

Box 118

221 00 Lund

Telefon: 046 222 73 60

E-post: brand@brand.lth.se

Hemsida: <http://www.brand.lth.se>

Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety

Lund University

Box 118

SE - 221 00 Lund

Telephone: +46 46 222 73 60

E-mail: brand@brand.lth.se

Website: <http://www.brand.lth.se/english>

Förord

Vi i grupp 8 vill framförallt tacka vår handledare universitetslektor Håkan Frantzich för stöd och hjälp under hela projektets gång.

För hjälp med CFD-simuleringar vill vi rikta ett tack till biträdande universitetslektor Daniel Nilsson och professor Patrick van Hees.

Ett tack till ställföreträdande räddningschef Mikael Jönsson vid Räddningstjänsten i Svedala för ett trevligt platsbesök och givande feedback på arbetet.

För ett trevligt platsbesök och hjälp vid frågor som rör byggnadens verksamhet och utformning vill vi tacka vaktmästare Malin Ekvall på Folkets hus i Svedala.

Avslutningsvis vill vi tacka Bengt Dahlgren AB för deras värdefulla synpunkter och kommentarer på rapporten ur ett konsultperspektiv.

Sammanfattning

Rapporten presenterar en utredning av personsäkerheten i Folkets Hus i Svedala ur ett brandtekniskt perspektiv. Personsäkerheten anses tillräckligt hög om utrymning från byggnaden vid ett brandtillbud kan slutföras innan kritiska förhållanden uppstår. Följaktligen bedömdes personsäkerheten utifrån en tidsmarginal mellan utrymningstiden och tiden till kritiska förhållanden.

Efter ett platsbesök gjordes en riskidentifiering varvid möjliga brandkällor och brandförlopp kartlades. Utifrån sannolikhet för inträffande och potentiella konsekvenser valdes två av dessa som representativa brandscenarier för vidare kvantitativ och kvalitativ analys. Genom datorsimuleringar med programmen CFAST och FDS samt i vissa fall kontrollberäkningar för hand bestämdes tiden till kritiska förhållanden för de representativa brandscenarierna.

Likaså antogs möjliga utrymningsförlopp för större arrangemang i samlingslokalen A-, C- och E-salen. Genom att uppskatta förflyttningstiden genom beräkning i Simulex samt anta troliga varseblivnings- och förberedelsestider kunde en tid till genomförd utrymning beräknas.

För att utreda om personsäkerheten var acceptabel utfördes en osäkerhets- och känslighetsanalys av tidsmarginalen. Tidsmarginalen för samtliga simuleringar blev negativ vid antagna förutsättningar vilket innebar att personsäkerheten inte kunde anses acceptabel.

Som grund för förbättring av personsäkerheten i byggnaden förslogs ett antal åtgärder utifrån identifierade brister. De viktigaste av dessa är:

- Förrådet i A-salen skall brandsäkras eller tas bort.
- Systematiskt brandskyddsarbete skall bedrivas.
- Dörrar ska förses med magnetförsedda självstängare kopplade till brandlarmet eller bytas till självstängande.

Nomenklaturlista

B	Dörrens bredd, [m]
c_p	Luftens värmekapacitet, [J/kgK]
D_o	Rökpotential, [m ² /g]
D_L	Optisk densitet, [-]
f	Dimensionerande personflöde genom dörren, [1/sm]
g	Gravitationskonstanten, [m/s ²]
H	Lokalens höjd, [m]
L	Längsta gångavståndet till dörren använd för utrymning från lokalen, [m]
m	Massa brunnat material, [kg]
n	Exponenten i en α^n -effektutveckling, [-]
S	Lokalens golvyta, [m ²]
Q	Energi utvecklad av branden, [J]
\dot{Q}	Brandens effektutveckling, [W]
\dot{q}''	Strålningsintensitet per ytenhet, [kW/m ²]
T	Temperaturen i flaman, [K]
$t_{\text{förberedelse}}$	Förberedelsetiden, [s]
$t_{\text{förflyttning}}$	Tiden för förlyttning till säker plats, [s]
t_{kritisk}	Tiden till kritiska förhållanden, [s]
$t_{\text{utrymning}}$	Total utrymningstid, [s]
$t_{\text{varseblivning}}$	Varseblivningstiden, [s]
V	Rummets volym, [m ³]
v	Gånghastighet, [m/s]
z	Brandgaslagrets höjd, [m]
α	Konstanten i en α^n -effektutveckling, [-]
ϕ	Strålningsfaktor, [-]
ρ_a	Densitet av luften vid rumstemperatur, [kg/m ³]
ρ_g	Brandgasernas densitet, [kg/m ³]
σ	Stefan-Boltzmanns konstant, [W/m ² K ⁴]

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Nomenklaturlista.....	8
1. Inledning.....	13
1.1 Syfte	13
1.2 Mål	13
1.3 Metod	13
1.5 Avgränsningar.....	13
2. Objektsbeskrivning.....	14
2.1 Historik	14
2.2 Verksamhetsbeskrivning	14
2.3 Plan 1.....	16
2.4 Plan 2.....	24
2.5 Källarplan	26
2.6 Ventilationssystem	30
3. Befintligt brandskydd	31
3.1 Brandteknisk klass.....	31
3.2 Brandcellsindelning	31
3.3 Släckutrustning	31
3.4 Brand- och utrymningslarm.....	31
3.5 Ytskikt och beklädnad	31
3.6 Ventilation	31
3.7 Utrymningsvägar.....	33
3.7 Utrymningsdörrar	33
3.8 Utrymningsskyltar	34
3.9 Räddningstjänsten	35
4. Tidigare tillbud och brister	36
4.1 Anlagda bränder.....	36
4.2 Övriga rapporterade brister	36
5. Utrymningsteori.....	37
5.1 Utrymningssituationen	37
5.2 Faktorer som inverkar på utrymningen.....	38
5.3 Utrymningssimulering.....	40

6. Kommentarer på befintligt brandskydd	41
6.1 Systematiskt brandskyddsarbete	41
6.2 Utrymning.....	41
6.3 Larmsystem.....	42
6.4 Ventilation	42
7. Riskidentifiering.....	44
7.1 Värdering av möjliga brandscenarier.....	44
7.2 Val av representativa brandscenarier.....	48
8. Analysmetodik.....	50
8.1 Kritiska förhållanden.....	50
8.2 Utrymningstid.....	50
8.3 Tidsmarginal	51
9. Analys av scenario 1: Brand i A-salens förråd	52
9.1 Motivering	52
9.2 Effektutveckling.....	52
9.3 Simulering i CFAST	53
9.4 Handberäkningar	54
9.5 Kritiska förhållanden.....	55
9.6 Utrymningssimulering	56
9.7 Tidsmarginal	59
9.8 Slutsats.....	59
9.9 Diskussion	59
10 Analys av scenario 2: Brand i kapprummet	61
10.1 Motivering.....	61
10.2 Effektutveckling.....	61
10.3 Simulering i CFD	62
10.4 Handberäkningar	63
10.5 Kritiska förhållanden.....	63
10.6 Utrymningssimulering.....	64
10.7 Tidsmarginal.....	66
10.8 Slutsats.....	67
10.9 Diskussion	67
11 Riskbedömning.....	68
12 Åtgärdsförslag.....	69

12.1 Åtgärder som skall genomföras:	69
12.2 Åtgärder som bör genomföras:	69
12.3 Motivering av föreslagna åtgärder	69
13. Litteraturförteckning.....	73
Bilaga A: Utrymningsplaner	75
Bilaga B: Systematiskt brandskyddsarbete (SBA).....	78
Bilaga C: Simuleringsprogram.....	79
Bilaga D: Effekttutveckling för scenario 1	82
Bilaga E: Simulering scenario 1.....	85
Bilaga F: Handberäkningar.....	89
Bilaga G: Resultat scenario 1.....	93
Bilaga H: Utrymningsmetodik	97
Bilaga I: Utrymningssimulering av förrådsbranden	100
Bilaga J: Effekttutveckling för scenario 2	111
Bilaga K: Simulering scenario 2.....	114
Bilaga L: Utrymningssimulering kapprumsbrand	124
Bilaga M: Handberäkning av utrymningstider	133
Bilaga N: Indatafilen till FDS.....	135

1. Inledning

Denna rapport är en utredning av personsäkerheten i Folkets hus i Svedala ur ett brandtekniskt perspektiv. Rapporten utgör en examinerande del av kursen Brandteknisk riskvärdering på brandingenjörsprogrammet, LTH, under vårterminen 2010.

1.1 Syfte

Syftet är att knyta ihop kunskap från denna kurs och tidigare kurser för att kunna utvärdera personsäkerheten vid händelse av brand i en byggnad. Rapporten skall även öka förmågan att arbeta i projektform och ingjuta ett mer ingenjörsmässigt tänkande. Den ger även en grundläggande introduktion till referering av lag- och regelverk.

1.2 Mål

Målet är att utvärdera om personsäkerheten i Folkets hus i Svedala är tillräcklig vid ett brandtillbud. Med det menas att utrymning kan säkerställas innan kritiska förhållanden uppstår i byggnaden. Om brandskyddet anses som ej tillräckligt skall åtgärdsförslag ges och valideras.

1.3 Metod

I början av projektet, den 5 februari 2010, gjordes ett platsbesök på Folkets hus i Svedala. Tillsammans med vaktmästare Malin Ekvall, handledare Håkan Frantzich och ställföreträdande räddningschef Mikael Jönsson från Räddningstjänsten i Svedala, undersöktes samtliga tillgängliga utrymnen. Före platsbesöket studerades ritningar på byggnaden för att få en övergripande uppfattning av byggnaden.

Efter en genomgång av det befintliga brandskyddet gjordes en riskidentifiering för att kartlägga möjliga brandscenarier. Utifrån dessa valdes sedan två scenarier som ansågs vara representativa för objektet. Dessa scenarier simulerades sedan i CFAST (Jones *et al*, 2009) respektive FDS för att undersöka tiden till kritiska förhållanden. Resultaten kontrollräknades sedan delvis med handberäkningar.

Då tider till kritiska förhållanden var uppskattade gjordes utrymningssimuleringar i Simulex för att undersöka tidsåtgången för utrymning. Samtliga resultat känslighetsanalyserades och tiden för utrymning vägdes mot tiden till dess att kritiska förhållanden uppstod. Avslutningsvis diskuteras resultatet vilket gav upphov till följd ett antal åtgärdsförslag och motivering till dessa.

Rapporten redovisades den 18:e maj på ett offentligt seminarium på LTH. Under redovisningen fick en opponentgrupp samt brandkonsulter från Bengt Dahlgren AB ge synpunkter på rapporten. Synpunkterna ledde sedan till revideringsarbete som gav rapporten sin slutgiltiga form. Under hela projektets gång har handledarmöten med Håkan Frantzich skett kontinuerligt.

1.5 Avgränsningar

Rapporten är inriktad på att utvärdera personsäkerheten vid händelse av brand. Ingen hänsyn har tagits till miljö- eller egendomsskador. Endast plan 1 i byggnaden har undersökts närmare och endast två representativa bränder har valts för att undersöka personsäkerheten.

2. Objektsbeskrivning

Folkets hus ägs av kommunen och det är kommunens fastighetsenhet som ansvarar för byggnaden. Det finns endast en fast anställd i Folkets hus, vilket är vaktmästaren. Utöver dessa finns endast ett fåtal externt anställda som jobbar i restaurangen. Byggnaden har två våningar och ett källarplan och huvudbyggnaden är uppförd i murat tegel. Inledningsvis ges en historisk tillbakablick för byggnaden vilket sedan följs av en övergripande beskrivning av verksamheten idag. För att få en bättre bild av byggnaden vad beträffar de olika lokalernas utformning så presenteras objektet planvis. Varje plan kommer att presenteras med en förenklad ritning och därefter kommer en mer detaljerad beskrivning för varje del av planet.

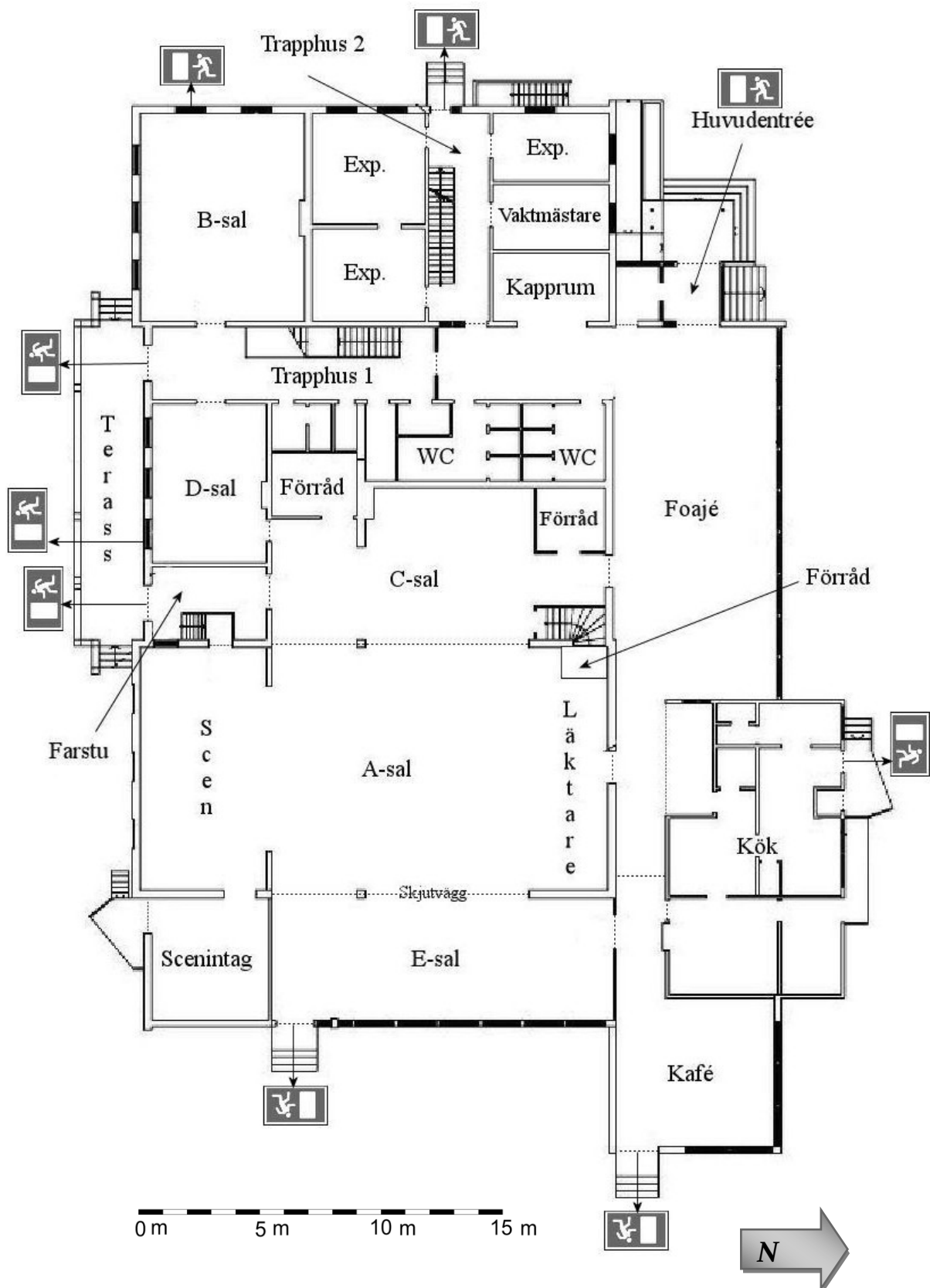
2.1 Historik

Arbetarnas fastighetsförening bildades i Svedala år 1904 med avsikten att skaffa egna samlingslokaler. Tomten på Repslagaregatan köptes 1906 och med finansiering från frivilliga arbetsinsatser, lån och försäljning av andelar, byggdes huset som sedan stod färdigt för invigning 1907. För nära 24000 kronor hade arbetarrörelsen förvärvat viktiga samlingslokaler för ortens föreningar. I fastigheten inrättades en större samlingslokal med scen, ett kafé med kök samt tre mindre sammanträdesrum. 1927 byggdes även två ytterligare studielokaler och en bibliotekslokal. Mer mark köptes upp och en dansbana anlades. En betydande till- och ombyggnad skedde 1939. På 1960-talet var lokalerna invändigt väldigt slitna och lokalerna blev med tiden inte tillräckligt attraktiva för föreningsverksamhet. Då modernare lokaler krävdes och föreningens resurser inte räckte till, såldes fastigheten till kommunen. Lokalerna renoverades och ytterligare en omfattande till- och ombyggnad avslutades 1978 vilket gav huset det utseende det har än idag.

2.2 Verksamhetsbeskrivning

Folkets hus i Svedala har idag en mycket mångfacetterad verksamhet som innefattar alla åldersgrupper. Dock utgörs cirka 70 procent av besökarna av pensionärer enligt vaktmästaren. Förutom möteslokaler för diverse föreningar finns här möjlighet för konserter, sammanträden, konferenser och privata tillställningar. Det finns även en restaurang med alkoholtillstånd som heter Monkans restaurang, vilken drivs av en privatperson. Hur besökarna är fördelade i byggnaden varierar från aktivitet till aktivitet men vid större evenemang används mestadels A-salen tillsammans med C- och E-salen. Exempel på större tillställningar är bland annat den lokala Svedala Revyn, konserter, loppmarknader och privata fester. Antalet större tillställningar uppskattas av vaktmästaren vara ungefär uppåt 40 stycken per år. Speciellt visas nyårsrevyn varje helg från januari till mars i Folkets hus.

Folkets hus har öppet mellan 07.00 – 15.30 varje vardag men har också fasta bokningar kvällstid såsom bridge, line-dance, dragspelsklubb och manskör. Under för- och eftermiddagen finns fasta bokningar för Qi gong, babyrytmik, PRO-dans och Rotaryträffar. Varje vardag serveras lunch mellan 11.30 och 14.00 med cirka 100 matgäster per tillfälle. Utöver dessa tillkommer oregelbundna bokningar från privatperson och föreningar.



Figur 1: En förenklad ritning över plan 1. I figuren utgör streckade linjer områdesgränser. Utrymningsskyltar vid ytterdörrar och fönster markerar det som i objektet är angivet som utrymningsvägar till det fria.

2.3 Plan 1

Det är på plan 1 den största delen av verksamheten sker. Här finns huvudentré, foajé, restaurang, kafé, samlingssalar och kontor. Läsaren uppmanas att studera ritningen i figur 1 parallellt med läsningen av detta kapitel. Plan 1 går igenom enligt en rundvandring med start vid huvudentrén och foajéns västra del och sedan ett varv medurs i figur 1.

2.3.1 Huvudentré

Huvudentrén på plan 1 är ett litet kvadratisk utrymme vars ytterväggar främst består av glas och trä. Till höger direkt efter ingången finns en lucka för biljettförsäljning. Biljettrummet är ett litet rum som vanligtvis är låst; från detta rum säljs biljetter till entrén och här finns även objektets larmcentral. Ingången till foajén från huvudentrén går genom två glasdörrar, se figur 2 och 3.



Figur 2: Huvudentrén sedd utifrån.



Figur 3: Huvudentrén sedd från foajén.

2.3.2 Foajé

Foajén är ett långsmalt rum med två tillhörande korridorer. Taket i foajéns huvuddel lutar uppåt mot ytterväggen. Ytterväggen är till största del täckt av fönster. Foajéns huvuddel upptas främst av ett sextiotal sittplatser till restaurangen, se figur 4 och 5. Restaurangen drivs av ett utomstående företag och dess kök hyrs endast ut med tillhörande personal. Däremot är medtagen alkohol tillåten då lokaler i byggnaden hyrs ut och restaurangen är stängd.



Figur 4: Foajéns östra del sedd från huvudentrén.



Figur 5: Foajéns västra del sedd från restaurangdelen i mitten av rummet.

Direkt söder om entrén finns ingången till biljettrummet och därefter övergår foajén till en korridor som går mot trapphus 1, se figur 6. I denna korridor del finns dam- respektive herrtoalett på östra sidan samt ett kapprum och ingång till trapphus 2 på den västra sidan. Det finns hängare för 72 stycken jackor och under de olika verksamheterna är kapprummet vanligtvis obevakat, se figur 7. Dam- och herrtoaletten har tre bås på vardera toalett. Den östra korridoren går förbi kökets serveringsdisk, huvudingången till A-salen och bort till kaféet. Det finns även en ingång till C-salen på foajéns södra sida.



Figur 6: Korridoren i riktning mot trapphus 1.



Figur 7: Kapprummet sett från foajéns södra korridor.

2.3.3 Restaurangköket

Restaurangköket är litet men har en omfattande verksamhet då antalet gäster kan bli stort. Köket har förutom vanliga köksgeråd två stekbord, två varmluftsugnar och spis för tillagning av mat, se figur 8. Köket uppfattades överlag som välorganiserat men ganska trångt. Det finns en öppning över disken mot foajén samt en serveringsdisk som vetter mot korridoren som leder bort till kaféet, se figur 9.



Figur 8: Restaurangköket sett från ingången till köket från kafédelen.



Figur 9: Köket och restaurangens serveringsdisk i foajéns östra korridor.

2.3.4 Kaféet

I den östra delen, förbi köket finns en kafédel som kan skiljas av mot foajén med enklare skjutdörr i trä, se figur 10. Kaféet har sittplats för ungefär 30 personer och bordsplaceringen varierar efter verksamhet, se figur 11. I det sydöstra hörnet finns en utgång som fungerar som nödutgång och i den sydvästra delen finns en ingång till E-salen. Kaféets norra och östra vägg är i övrigt täckt utav fönster.



Figur 10: Trädörren mellan foajén och kaféet.



Figur 11: Kaféet sett från dörren mellan E-salen och kaféet.

2.3.5 E-Salen

E-salen är ett långsmalt rektangulärt rum som angränsar till kaféet och till A-salen. Rummet inreds beroende på verksamhet, se figur 12 och 13. Svedalas Rotaryklubb använder till exempel detta rum som mötes- och middagslokal. Precis som i restaurangen är långsidan som vetter mot fasaden täckt av glasrutor. I taket hänger ett stort antal lampor. Salen kan utnyttjas för att utvidga utrymmet i A-salen vid större evenemang genom att dra bort skjutväggen. Enligt skylten på ingången från kaféet så får 60 personer vistas i E-salen.



Figur 12: E-salen sedd från ingången från kafédelen.



Figur 13: E-salen sedd från den södra delen av rummet.

2.3.6 A-salen

A-salen är det största utrymmet i byggnaden och det är här konserter, revyer med mera hålls, se figur 14. Om stolar och bord används varierar placering och antal efter verksamhet. Enligt befintlig skyltning får 216 personer vistas i A-salen. Nedre delen av väggarna mot C- och E-salen utgörs av skjutväggar vilket gör att de tre utrymmena kan göras till en enda stor lokal vid större evenemang, se figur 17. I den södra delen av salen finns scenen som har en ridå, dekor och ljusanordning i taket, se figur 15. Till öster om scenen finns ett utrymme med en dörr i den södra fasaden som fungerar som scenintag. Scenintagets utrymme var vid platsbesöket fyllt av rekvisita från den pågående Svedala Revyn. Scenen har även en dörr i den västra väggen som går ut till farstun.

Mitt emot scenen över huvudingången (den norra ingången) till A-salen finns en läktare. Läktaren är inte tillgänglig för besökare utan är i dagsläget endast till för personal och ljud- och ljusutrustning. Emellertid får det enligt skyltning vistas 50 personer på läktaren. Läktaren har en glasdörr som går direkt ut på taket. Trappan som går upp till själva läktaren utgår från C-salen och hålls vanligtvis låst. Under läktaren, eller mer exakt under trappan upp till läktaren, finns ett dolt förvaringsutrymme där det under platsbesöket fanns ljudutrustning på laddning och diverse bråte, se figur 16.



Figur 14: A-salens norra del sedd från scenen.



Figur 15: Scenen sedd från läktaren.



Figur 16: Det dolda förvaringsutrymmet under läktaren.



Figur 17: Skjutväggen mellan A- och C-salen sedd från läktaren.

2.3.7 C-salen

C-salen kan precis som E-salen användas för att få utvidgat utrymme i A-salen vid större evenemang genom att dra bort skjutväggen. Vid platsbesöket användes salen som förvaringsutrymme för stolar och rekvisita från Svedala Revyn, se figur 18 och 19. I C-salens norra vägg finns en ingång från foajén och enligt skyltningen på dörren får 60 personer vistas i rummet. Öster om ingången från foajén finns en låst trappa som leder upp till A-salens läktare och väster om ingången finns ytterligare ett förråd, se figur 18.

I den sydvästra delen av rummet finns ett stängt stolsförråd vilket under platsbesöket var fyllt av stolar som skulle slängas. I sydvästra hörnet finns en genomgång till D-salen och i den södra väggens mitt finns en utgång till farstun.



Figur 18: Rekvisita från Svedala Revyn i C-salen.



Figur 19: C-salens norra del, till höger i bild skymtas dörren till trappan som går upp till läktaren i A-salen.

2.3.8 Farstun

Farstun är ett mindre förrum som har trappa upp till scenen och en trappa ner till logerna som ligger i källaren. På väggarna finns upphängda stegar och proppskåp. I den södra väggen finns en dörr som leder ut till en terrass i det fria och i norra finns en dörr till C-salen.

2.3.9 B-salen

Sal B är ett rum med 40 sittplatser. Antal stolar och bord beror på pågående verksamhet i rummet. Under platsbesöket var det uppdukat för fika för en pensionärsgrupp. Den södra fasaden har tre fönster och den västra har två fönster. Fönstret längst norrut på den västra fasaden är utmärkt som utrymningsväg medan det andra är den egentliga utrymningsvägen, se figur 20.



Figur 20: B-salen västra del sedd från mitten av rummet.

2.3.11 Trapphus 1

Förutom själva trappan fungerar trapphus 1 som hall till B- och D-salen. I den södra delen av hallen finns en utgång till det fria och i den norra finns en genomgång till foajén. På dess östra sida finns även toalett och dusch. Trappan har en hissanordning för att kunna transportera en person i rullstol. Under trappan finns klädhängare för besökare, se figur 21.



Figur 21: Bild på trappan från rummets norra del nära foajén.

2.3.10 D-salen

D-salen är ett mindre sammanträdesrum med 20 sittplatser. Salen har plats för stolar och bord efter verksamhetens behov. I nordöstra delen av rummet finns en dörr mot C-salen. och i mitten av den västra väggen finns en dörr mot trapphus 1.

2.3.12 Trapphus 2

Trapporna i trapphus 2 är lite smalare än trappan i trapphus 1. Det finns en trappa till plan 2 och under den går en trappa ner till källarplan, se figur 22. I den västra delen finns en utgång till det fria och i den östra finns en ingång till foajén. Dörren till foajén är uppställd med magnet och stängs med en knapp men är inte kopplad till brandlarmet, se figur 23. Trapphuset utgör hall till samtliga expeditioner.



Figur 22: Trappan upp till plan 1 sedd från källarplan.



Figur 23: Den magnetuppställda dörren till foajén från trapphus 2.

2.3.13 Kontorsutrymmen

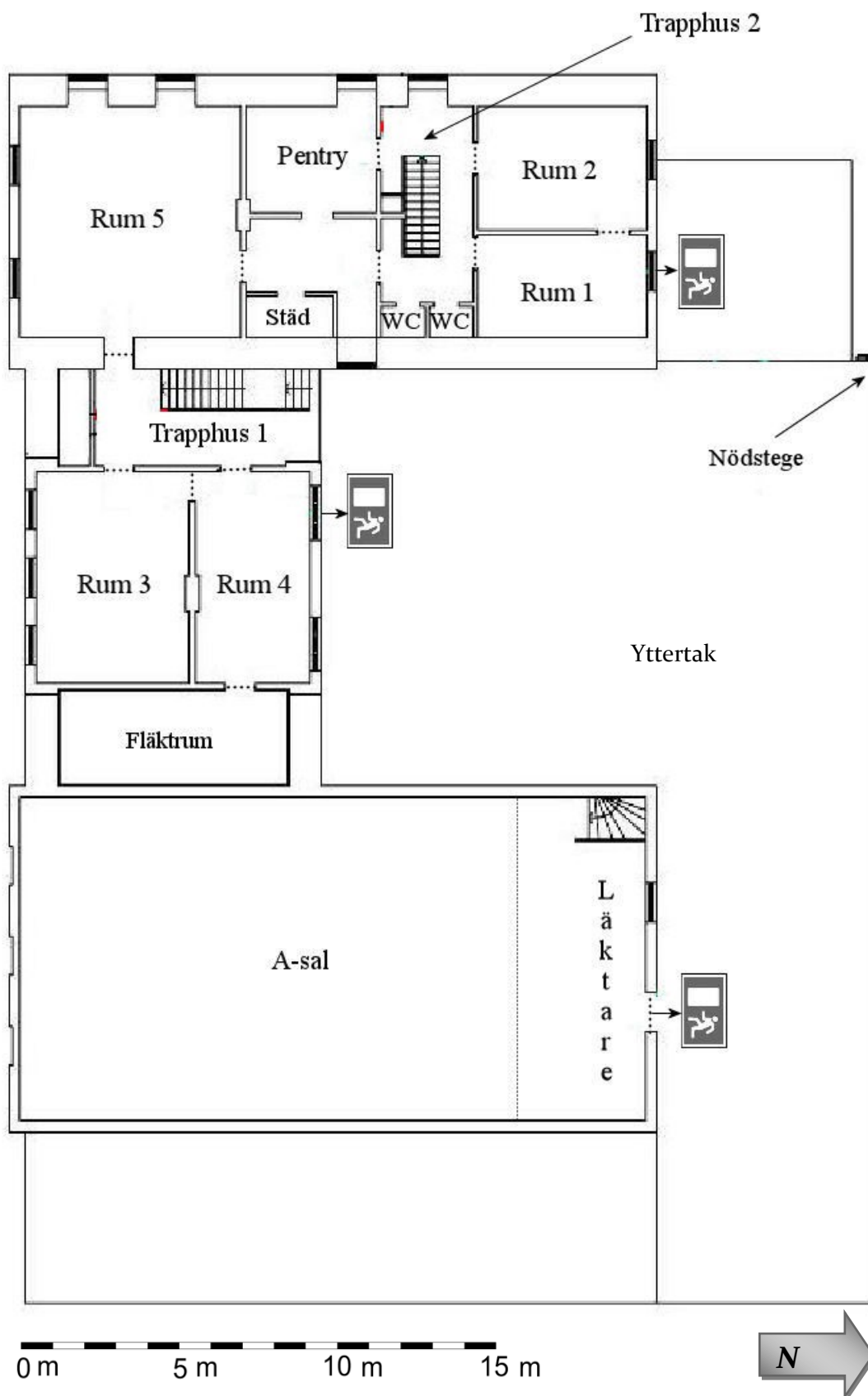
Utanför trapphus 2 finns fyra expeditionerum. De två på den södra sidan hyrs av Industrifacket Metall, se figur 24. Kontoren på den norra sidan är vaktmästarens arbetsrum och ett kontorsutrymme som hyrs av Socialdemokraterna, se figur 25.



Figur 24: Bild på det västra rummet av Metalls expedition.



Figur 25: Socialdemokraternas expedition.



Figur 26: En förenklad ritning över plan 2. I figuren utgör streckade linjer områdesgränser för beskrivning. Utrymningsskyltar vid ytterdörrar och fönster markerar det som i objektet är angivet som utrymningsvägar till det fria.

2.4 Plan 2

Plan 2 utgörs främst, förutom de två trapphusen, av ett antal sammanträdesrum men även av ett litet personalrum och ett fläktrum. I översikt bilden i figur 26 är även A-salens läktare utmärkt för att underlätta läsarens orientering .

2.4.1 Rum 1

Rum 1 är ett litet sammanträdesrum för ca 10 personer. I den västra väggen finns en dörr till rum 2 och i den norra finns ett fönster som utgör utrymningsväg ut på taket.

2.4.2 Rum 2

Rum 2 är ett sammanträdesrum med kapacitet för ca 14 personer men i dagsläget används rummet endast till förvaring. I en bokhylla förvaras städmaterial såsom desinfektionsmedel och fönsterputs.

2.4.3 Pentry

Pentryt är ett personalrum som inte används speciellt frekvent enligt vaktmästaren. Här finns ett matsalsbord, en soffa, spis och mikrovågsugn. I rummets östra vägg finns en genomgång till en mindre hall med ett städförråd och i den norra finns en öppning till trapphus 2.

2.4.4 Rum 5

Rum 5 är plan 2:s största rum med plats för ca 40 personer. I mitten av rummets norra vägg finns en öppning till den lilla hallen utanför pentryt och östra finns en dörr till trapphus 1.

2.4.5 Rum 4

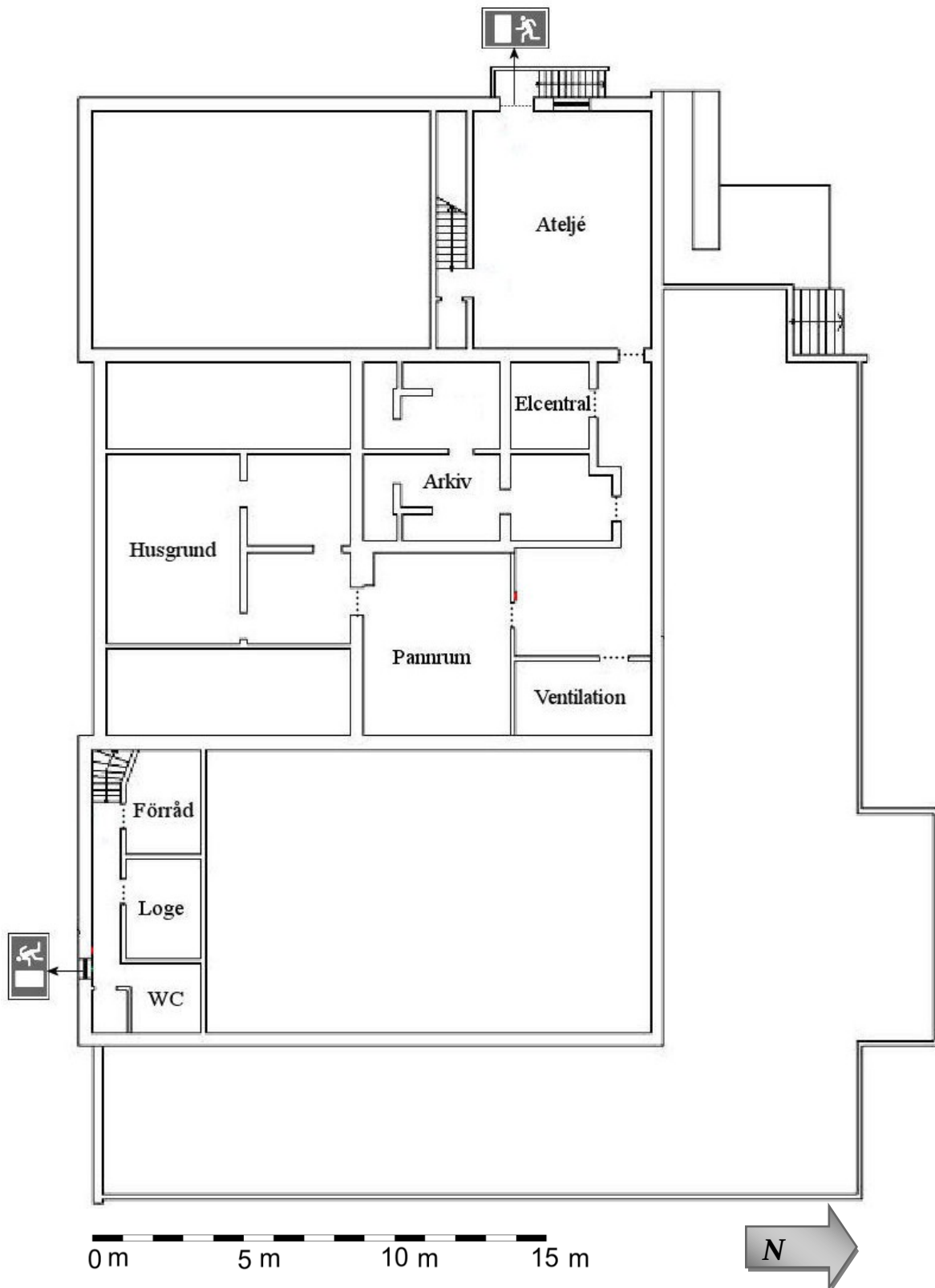
Rum 4 har kapacitet för 16 personer och är även det ett sammanträdesrum. I södra väggen finns en dörr till rum 3. Mitt emot denna dörr finns ett fönster som utgör utrymningsväg till taket. I den östra väggen finns en dörr till fläktrummet.

2.4.6 Rum 3

I rum 3 är ett sammanträdesrum med 24 sittplatser.

2.4.7 Fläktrummet

I detta rum finns ventilationssystemets huvudaggregat.



Figur 27: En förenklad ritning över källarplan. I figuren utgör streckade linjer områdesgränser för beskrivning. Utrymnings skyltar vid ytterdörrar och fönster markerar det som i objektet är angivet som utrymningsvägar till det fria.

2.5 Källarplan

Källaren, se figur 27, används mindre frekvent än de övriga planerna. Förutom en ateljé för drejeriverksamhet, förråd och scenens loger finns byggnadstekniskt viktiga utrymmen såsom husets elcentral, pannrum och ventilationsanläggning. Rummen kommer att beskrivas kortfattat uppifrån och ner, det vill säga från väst till öst i ritningen.

2.5.1 Ateljén

Efter trappan ner från trapphus 2 finns ateljén. Ateljén är till för hobbyverksamhet och framförallt för drejning, se figur 28 och 29. I den västra delen finns en utgång till en trappa som leder upp till markplan.



Figur 28: Ateljéns nordvästra del sedd från ingången till trapphus 2.



Figur 29: Keramikugnar utmed ateljéns östra vägg.

2.5.2 Elcentral

I detta rum finns proppskåp och byggnadens huvudströmbrytare. Strömsystemet är förberett för reservkraftsomkoppling i händelse av kris, se figur 30 och 31.



Figur 30: Elskåp i elcentralen.



Figur 31: Reservkraftsomkopplare i elcentralen.

2.5.3 Arkiv

Förrådet används av socialdemokraterna och här lagras förutom dokumentation av deras verksamhet sedan tidigt 1900-tal ett stort antal fanor och annat material, se figur 32.



Figur 32: Förvarat material i arkivet.

2.5.4 Ventilation

I ventilationsrummet finns ventilationsaggregatet för från- och tilluftssystemet i foajén och kaféet, se figur 33 och 34 nedan.



Figur 33: Ventilationsaggregat för ventilationssystemet i foajén och kaféet.



Figur 34: Närbild av ventilationsaggregatet.

2.5.5 Pannrum

I pannrummet finns uppvärmningssystemet för byggnaden, se figur 35 och 36. Rummet är i betong och har en A60 dörr till korridoren utanför.



Figur 35: Värmepanna med tillhörande rördragning.



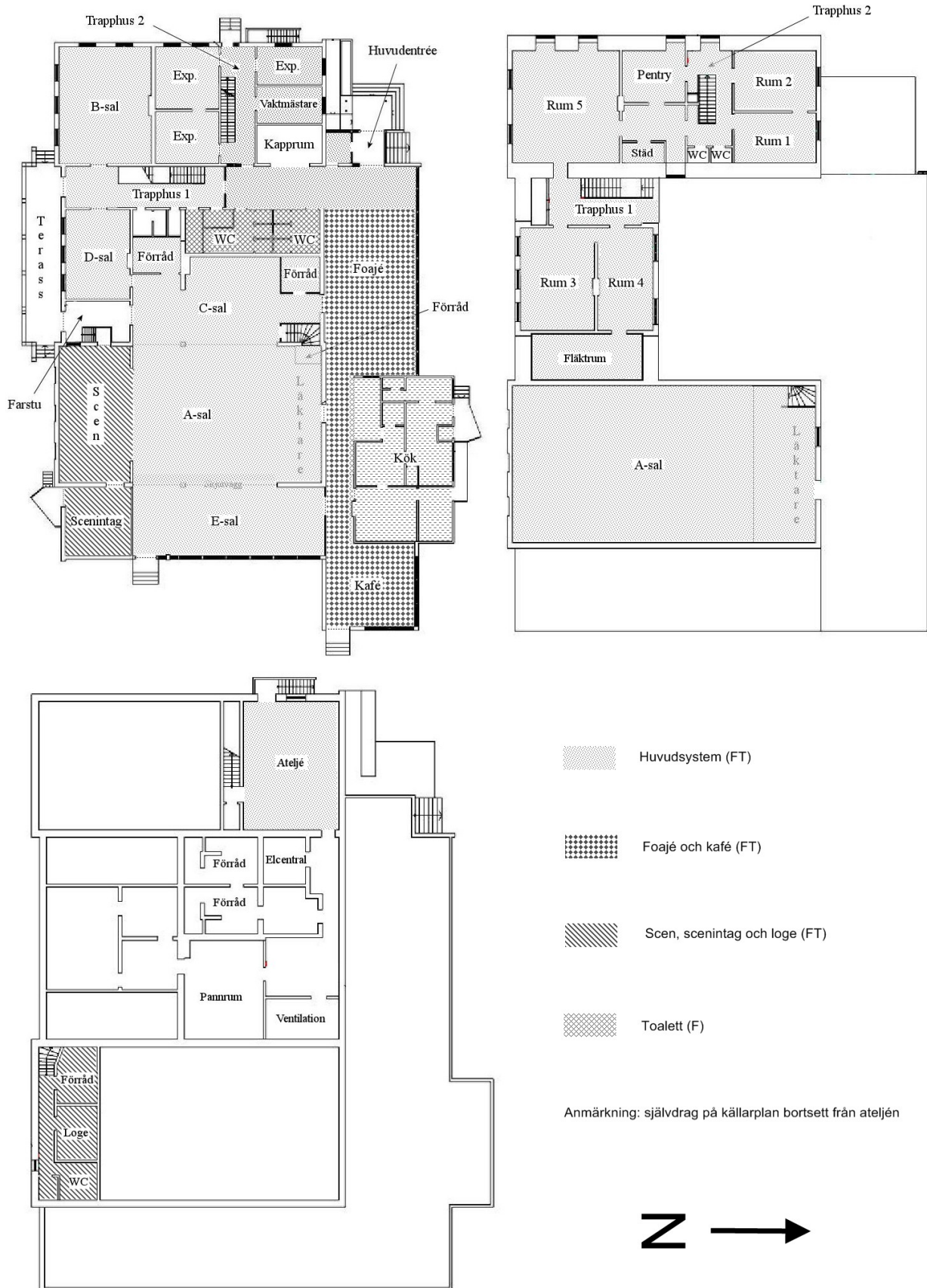
Figur 36: Apparatur i pannrummet till uppvärmningssystemet.

2.5.6 Loge

Logen är ett litet rum med sminkbord, speglar, rekvisita och diverse scenmaterial som används vid shower och tillställningar, se figur 37.



Figur 37: Loge.



Figur 38: Förenklad beskrivning över ventilationssystemen i Folkets hus.

2.6 Ventilationssystem

Byggnaden har ett större huvudventilationssystem för samtliga våningsplan samt fyra mindre separata ventilationssystem, se figur 38. Huvudsystemet utgörs av ett till- och frånluftssystem där fläktaggregaten är placerade i fläktrummet på andra våningen. I de flesta av rummen är till- och frånluftsdonen placerade i taket och utgörs av ett omblandande system. Samtliga till- och frånluftskanaler på vinden är brandisolerade i den gamla brandklassen A 15, vilket ungefär motsvarar dagens EI15. Schakten med till- och frånluftskanaler, som går mellan bottenvåningen och källaren, är även dessa brandisolerade i brandklass A 15.

Precis som kanalerna på vinden är både till- och frånluftskanaler i den södergående korridoren isolerade i brandklass A 15. I frånluftkanalen för A-salen finns en rökdetektor satt precis innan fläkten i fläktrummet. Vid en eventuell aktivering av rökdetektorn skall fläkten stängas av samtidigt som ett evakueringspjäll stänger och brandgaserna leds istället rakt ut över taket genom ett frånluftsdon ovanför fläktrummet.

Förutom huvudsystemet finns fyra separata mindre ventilationssystem, se Figur 38. För toaletterna finns ett eget frånluftssystem där frånluften släpps ut ovanför taket. Samtliga kanaler och genomföringar som tillhör systemet är utförda i brandisoleringsklass A 15. Till foajén finns ett eget omblandande till- och frånluftssystem. Systemets fläktrum är placerat i källaren invid pannrummet. Tilluften hämtas från ett schakt som går från taket via det norra förrådet i C-salen nedtill källaren. Detta schakt är isolerat i brandklass A 30.

Det tredje systemet utgörs av ett separat till- och frånluftssystem. Systemet tillgodoser scenintaget, scenen och logerna med luft. Tilluftsaggregatet är placerat i scenintaget och leder den största delen av tilluften direkt in på scenen. En kanal från aggregatet går ner till logerna. Frånluftsaggregatet sitter ovanför scenen bredvid fläktrummet och trycker ut frånluften ovanför taket. Kanalerna till logerna är utförda i brandklass A 15.

För restaurangen finns ett eget till- och frånluftssystem som är placerat ovanför utrymmet. Både till- och frånluft mynnar ovanför taket. Spiskåporna och kanalerna som suger luft från stekborden och ugnarna är utförda i stålplåt, vilket är normalt för ett restaurangkök (Jensen, 1998). Till spiskåpan finns ett åtkomligt fettfilter kopplat för att möjliggöra regelbunden rengörning och därmed minska brandrisken i ventilationssystemet. Systemet är bara kopplat till en brandcell, vilket minimerar spridningsrisken av brandgaser till andra brandceller.

3. Befintligt brandskydd

Folkets hus i Svedala har få brandtekniska installationer. Det finns inga aktiva system som kan begränsa bränder såsom sprinkler eller dylikt. Nedan redovisas det befintliga brandskyddet

3.1 Brandteknisk klass

Enligt Boverkets byggregler bör Folkets hus vara utfört i lägst klass Br2 då bygganden är uppförd i två våningsplan samt innehåller samlingslokaler på markplan. A-salen är enligt BBR en samlingslokal då det tillåtna personantalet överstiger 150 personer. Då skjutväggarna går att öppna utgör även A-salen tillsammans med C- och E-salen samlingslokal.

3.2 Brandcellsindelning

Någon brandcellsindelning av byggnaden har ej kunnat identifieras. Dock finns två så kallade rökcellsgränser utmärkta på originalritningarna vilka är kring de båda trapphusen. Vad som definieras som rökcellsgräns är dock oklart. Det förutsätts dock att dessa till en viss mån begränsar brandgasspridning. Brandgasspridning begränsas emellertid inte mellan våningsplanen om dörrarna till trapphusen står öppna.

Trots att rummen i byggnaden per definition inte klassas som brandceller, begränsar de branden till en viss del. I figur 39 ges en möjlig brandcellsindelning för de olika våningsplanen. Som tidigare skrivet krävs det att dörrarna mellan dessa gränser ska vara stängda för att ha en begränsande funktion. I dagsläget saknar i princip samtliga dörrar i de möjliga brandcellsgränserna självstängare.

3.3 Släckutrustning

På samtliga våningsplan finns det handbrandsläckare att tillgå, för placering se utrymningsplanerna i bilaga A. Vilken typ av släckmedel handbrandsläckarna innehåller, beror på våningsplan och plats, men det finns både vatten-, skum och koldioxidhandbrandsläckare i byggnaden. I byggnaden finns även två stycken inomhusbrandposter att tillgå. Den första är placerad utanför damtoaletten mittemot kapprummet och den andra är installerad i farstun, se bilaga A.

3.4 Brand- och utrymningslarm

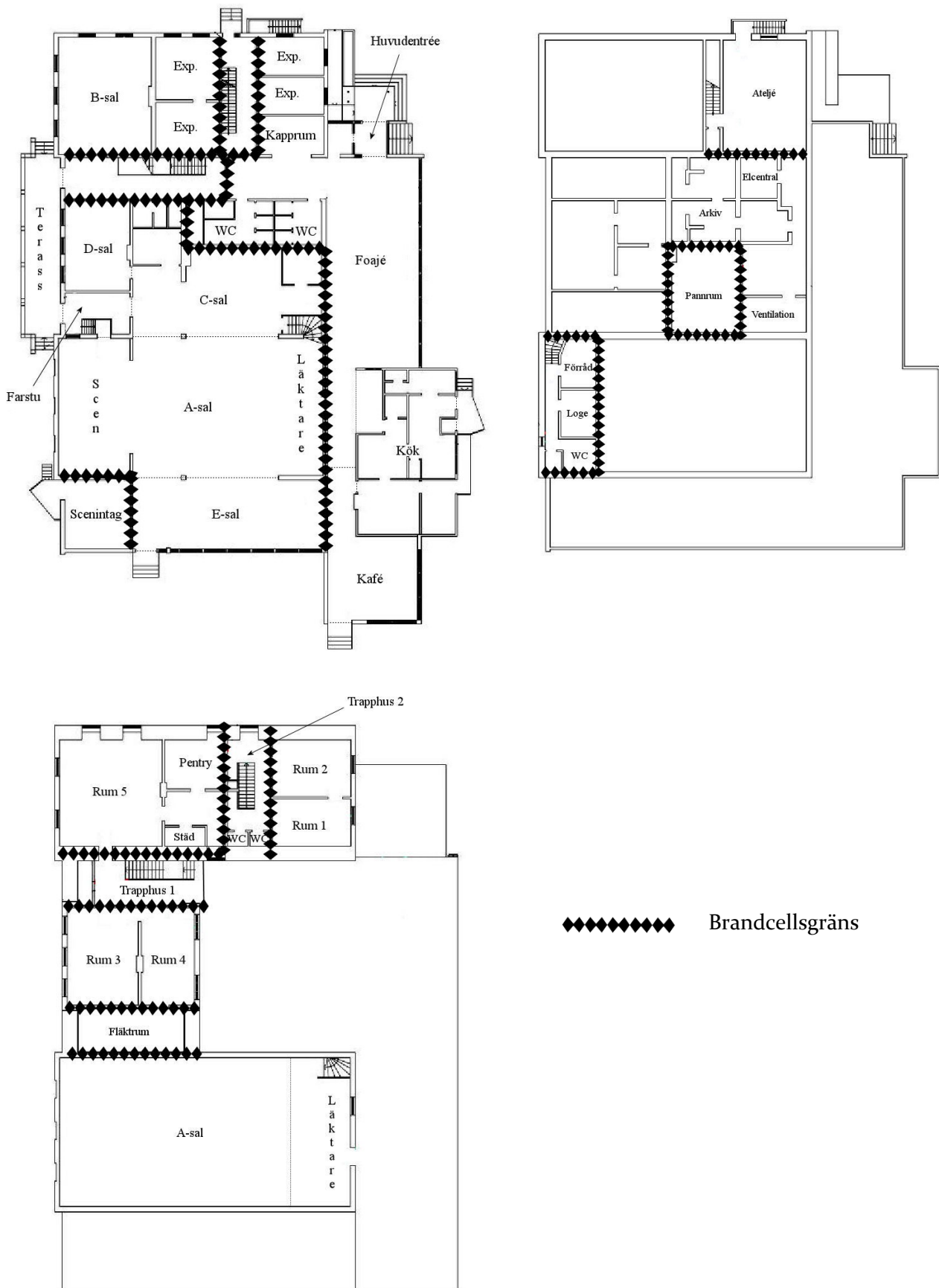
I byggnaden finns ett antal optiska rökdetektorer installerade på plan 1. Detektorerna är trådlöst kopplade till en enklare larmcentral i biljettrummet. Till larmsystemet finns både ringklockor samt sirener kopplade. Hela utrymningslarmet är av enklare typ och enligt instruktionsbok för systemet är det enbart lämpat som villalarm. För källarplanet och ovanvåningen finns inget larm installerat. Larmet är ej kopplat till SOS-larmcentral.

3.5 Ytskikt och beklädnad

Stora delar av byggnadens väggar har ett ytskikt bestående av målad puts eller tapetserade gipsplattor. Restaurangens väggar, mot foajén och kaféet, är klädda med en träpanel. Delar av väggarna i A-salen består av träpaneler.

3.6 Ventilation

För brandskydd i ventilationssystemet hänvisas läsaren till kapitel 2.6



Figur 39: Möjlig brandcellsindelning för de olika våningsplanen.

3.7 Utrymningsvägar

För en närmare beskrivning av utrymningsvägarna, se bilaga A. Det finns ett antal utrymningsvägar som behöver förklaras med en bättre beskrivning än vad som ges i utrymningsplanerna i bilaga A. I B-salen går den alternativa utrymningsvägen via ett fönster. Till logerna i källaren finns det en alternativ utrymningsväg som utgörs av ett mindre fönster, se figur 40. För ovanvåningen finns det tre alternativa utrymningsvägar via taket. De tre utrymningsvägarna går via läktardörren i A-salen och de genom fönstren i rum 1 och 4. Från taket nås marken via en nödstege som är monterad på väggen intill huvudentrén, se figur 41.



Figur 40: Utrymningsväg genom fönster vid logerna.



Figur 41: Nödstege utanför huvudentrén.

3.7 Utrymningsdörrar

För utformning av dörrbeslag i den södra delen av byggnaden, se figur 41. Dörrarna öppnas normalt med ett vred och vid nödsituation skall nödvredet tryckas nedåt. Nödutgångarna som sitter i kaféet och E-salen är utformade enligt figur 43. Utrymningsdörren i trapphus 2 används dagligen av personalen och öppnas normalt med ett tryck på låsknappen och i nödsituation genom att den gröna knappen trycks in, figur 44.



Figur 42: Dörrbeslag på utrymningsdörrar i södra delen av byggnaden.



Figur 43: Utrymningsdörr i kaféet.



Figur 44: Utrymningsdörr i trapphus 2.

3.8 Utrymningsskyltar

I större delen av byggnaden är belysta utrymningsskyltar installerade, se figur 45. De utrymningsvägar som går via fönster (undantaget logen som är av annan typ) har efterlysande utrymningsskyltar, se figur 46.



Figur 45: Utformning av den belysta utrymningsskylten som förekommer i större delen av byggnaden.



Figur 46: Utformning av den efterlysande utrymningsskylten som finns vid utrymningsväg som utgör fönster.

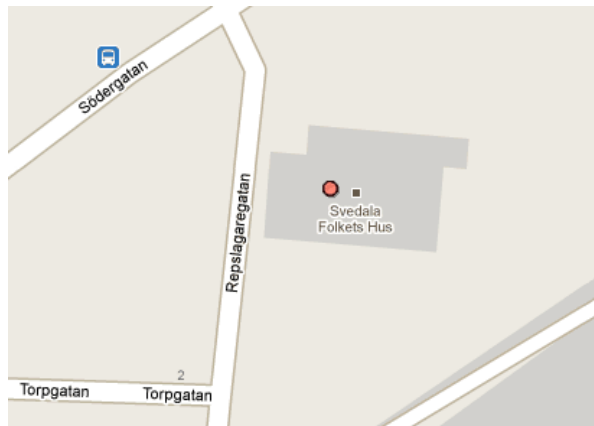
3.9 Räddningstjänsten

Räddningstjänsten i Svedala utgörs av en deltidskår med skiftlag som har jour var fjärde vecka. Varje jourstyrka består av fem deltidsbrandmän samt en styrkechef. Styrkan har en inställningstid på fem minuter (Svedala kommun, 2010). Uttryckningstiden fram till Folkets hus är mindre än 10 minuter enligt Mikael Jönsson, ställföreträdande räddningschef på räddningstjänsten i Svedala. Styrkan har bland annat tillgång till en släckbil, en terränggående räddningsbil och en tankbil. Om ett höjdfordon behövs på olycksplatsen kan detta lånas från någon av grannkommunerna.

Parkeringsplatsen norr om byggnaden kan användas som uppställningsplats för räddningsfordon, se figur 47. Byggnaden kan även nås med räddningsfordon från söder via återvinningsplatsen. För en översiktlig lägeskarta se figur 48.



Figur 47: Parkeringen norr om byggnaden sedd från foajén.



Figur 48: Lägeskarta för byggnaden.

4. Tidigare tillbud och brister

Efter diskussion och mailkontakt med Mikael Jönsson, ställföreträdande räddningschef i Svedala, har vissa tidigare tillbud och brister uppdragats.

4.1 Anlagda bränder

Den 23 november 2007 anlades en brand i papper och skräp vid en av dörrarna till byggnaden. Ett vittne uppmärksammade händelsen och larmade polis och räddningstjänst. Vittnet jagade sedan bort gänget släckte sedan branden. Utöver detta anlades till exempel en brand i papperskorg den 21 augusti 2008 som enkelt kunde släckas. Några mer uppgifter finns ej att tillgå förutom att personal har påpekat att ungdomsgång vid upprepade tillfällen har varit stökiga.

4.2 Övriga rapporterade brister

I början av 2009 anordnades en större loppmarknad med öppet hus. När räddningstjänsten gjorde en kontroll visade det sig att antalet personer i byggnaden var ca 500 personer mot det tillåtna maxantalet på 400 personer. Fler allvarliga brister noterades i form av blockerade utrymningsvägar, byggnaden saknade utrymningslarm och ingen brandskyddsorganisation var upprättad. Räddningstjänsten i Svedala vidtog ett antal åtgärder. Folkets hus fick sätta in ett trådlöst larmsystem temporärt. Ett larmsystem som enligt bruksanvisningen endast var anpassat för mindre hus. Vidare blev Folkets hus tvungna att vid alla större evenemang kontakta räddningstjänsten för yttrande. På hösten 2009 anordnades ett liknade arrangemang som tidigare på våren. Räddningstjänsten i Svedala ställde krav på för hur många som fick befinna sig i lokalerna och hur tillgången till utrymningsvägar skulle se ut. Räddningstjänsten ställde även krav på att en utrymningsorganisation skulle finnas och att ett temporärt larm skulle användas.

5. Utrymningsteori

Det är viktigt att understryka att lagar och regler som beskrivs här gäller vid nybyggnation och fungerar mer som riktlinjer. De lagar som i själva verket är tillämpbara för byggnaden är de regler som gällde då senaste tillbyggnad skedde (1978) samt Lag (2003:778) om skydd mot olyckor.

5.1 Utrymningsituationen

En utrymningsituation innebär att någon form av hot kräver att personer som befinner sig i en byggnad måste utrymma. Ett grundkrav är att en byggnad skall dimensioneras så att utrymning kan ske på ett tillfredställande sätt (Boverket, 2008). Utrymningen kan vara ut till det fria eller till en säker flyktplats inuti byggnaden, det sistnämnda förekommer oftast i specialfall såsom vid gruvverksamhet etcetera. För att undersöka om utrymning till säker plats kan slutföras innan kritiska förhållanden uppstår i en byggnad, utförs vid nybyggnation en utrymningsdimensionering (Boverket, 2006).

5.1.1 Kritiska förhållanden

Med kritiska förhållanden menas överstigande av gränsvärden för vad som anses acceptabelt för utrymning beträffande strålning, temperatur, toxicitet, sikt och höjd på brandgaslagret. Uppnås kritiska förhållanden innan utrymning kan slutföras, anses de befintliga brandtekniska lösningarna otillräckliga. I tabell 1 nedan finns en sammanställning av dessa gränsvärden (Brandteknik, 2005)

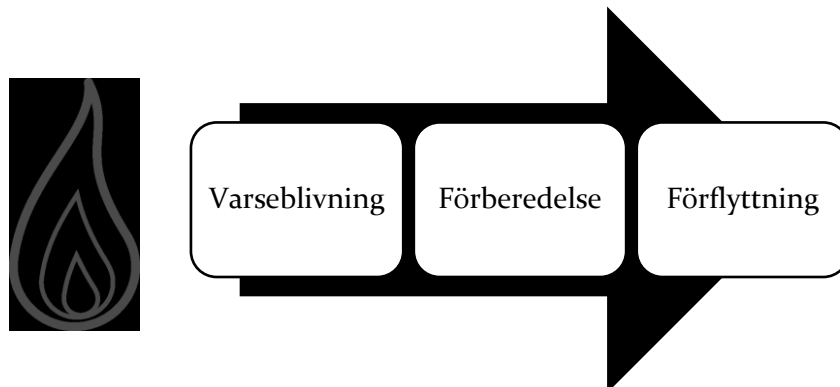
Tabell 1: Kritiska gränsvärden vid utrymning enligt Brandskyddshandboken.

Temperatur:	< 80°C
Strålningsintensitet:	< 2,5 kW/m ²
Brandgaslagrets höjd:	> 1,6 + 0,1 · H där H är rumshöjden
Siktbarhet:	> 5 m och >10 m för utrymningsvägar
Toxicitet:	
	CO < 2000 ppm
	CO ₂ < 5%
	O ₂ > 15 %

5.1.2 Utrymningsförloppet

Vid brandtillbud kan utrymningsituationen delas upp i tre faser. Först och främst ska en tänkt person i byggnaden förnimma och sedan förstå att det verkligen brinner. Ett exempel kan vara att personen känner röklukt och sedan på egen hand varseblir att det rör sig om ett brandtillbud. Detta benämns varseblivningsfasen, se figur 45. Under fas två bearbetas informationen och beslut om att påbörja utrymning tas. Det är oftast den fasen som är svårast att prediktera då uppfattningen varierar kraftigt, inte bara från person till person, utan även från situation till situation. Det kan innebära att personer väljer att försöka bekämpa branden, larma SOS eller varna andra innan utrymning påbörjas. Denna fas brukar benämnas förberedelsefasen, se figur 45. Då beslutet att utrymma är fattat, återstår endast själva utrymningen till det fria som även benämns

förflyttningsfasen. Alla dessa tre faser kräver tid och samtliga måste uppfyllas innan kritiska förhållanden har uppstått i byggnaden (Nilsson, 2010).



Figur 45: Schematisk bild över de olika faserna vid en utrymningssituation.

Detta kan på ett enkelt sett visas med följande modell:

$$t_{utrymning} = t_{varseblivning} + t_{förberedelse} + t_{förflyttning} \quad \text{med kravet: } t_{kritisk} \geq t_{utrymning}$$

där

$t_{utrymning}$	är den totala tiden för utrymningen
$t_{varseblivning}$	är tiden till detektion av branden
$t_{förberedelse}$	är tiden från detektion till beslut att utrymma tas
$t_{förflyttning}$	är tiden som krävs för förflyttning till säkerhet
$t_{kritisk}$	är tiden till kritiska förhållanden har uppnåtts

Sammanfattningsvis råder alltså krav på att tid för utrymning måste uppskattas och jämföras med tiden tills kritiska förhållanden har uppnåtts. Denna uppskattning kan göras med handberäkningar eller datorsimulering och ska verifiera att utrymning kan ske på ett tillfredställande sätt.

5.2 Faktorer som inverkar på utrymningen

Alla människor har olika förutsättningar för utrymning av en byggnad. Det finns människor med olika funktionsnedläggningar och beteende vid brand varierar med personernas ålder, kön, uppfattningsförmåga etcetera. Det finns till exempel uppenbarligen ett starkt samband mellan gånghastigheten och utrymningstiden. Det är viktigt att utrymning vid ett brandtillbud påbörjas i ett tidigt skede för att undvika personskador. För att underlätta och minska den tid som krävs för vardera fas kan bland annat tekniska installationer vara till god hjälp och är i många fall vid nybyggnation ett krav, enligt boverkets byggregler. Följande är några exempel på faktorer som har inverkan på utrymningstiden (Nilsson, 2010).

5.2.1 Beteende vid brand

Människor har en tendens att fördröja utrymningen hellre än att välja det säkra före det osäkra och utrymma omedelbart efter första indikation på brand. Utrymningen startar oftast inte förrän säkerhet om brandens existens råder (Nilsson, 2010). Män misstolkar

ofta signaler och försöker bekämpa branden istället för att utrymma, medan kvinnor visar större benägenhet att hjälpa andra. Män har dessutom en benägenhet att återvända in i lokalen för att hämta tillhörigheter. Barn har visat sig kunna ha det irrationella beteendet att gömma sig för elden. Social status och rollfördelning påverkar också. Ett bra exempel är när utrymningslarm går under lektionstid då eleverna i regel följer lärarens beteende ty denne är "ledare" för gruppen. Studier visar även att personer tenderar att söka sig till den utrymningsväg som de använde sig av för att tag sig in i byggnaden (Nilsson, 2010). Därför koncentreras oftast utrymningen kring dörrar och öppningar som används mest för att ta sig in i lokalen, medan de ofta lättare tillgängliga utrymningsvägarna kommer ägnas oproportionellt lite uppmärksamhet.

5.2.2 Uppfattningsförmåga

Uppfattningsförmågan varierar från person till person. Funktionsnedsättning såsom syn- och hörselnedsättning påverkar i allra högsta grad om eller hur brandtillbud och larm uppfattas. Andra förutsättningar som påverkar perceptionen kan till exempel vara om personen sover, är alkoholpåverkad eller sysslar med något som hämmar uppfattningsförmågan (Frantzich, 2001). Ett exempel på sådan sysselsättning kan vara att gå på konsert, biobesök eller utföra arbete som innebär höga ljud eller kräver hög koncentration (Brandteknik, 2005).

5.2.3 Larmsystem

Varseblivnings- och förberedelsestiden kan kortas ner avsevärt då ett aktivt system detekterar branden och på något sätt signalerar att det är ett brandtillbud. Detta kan göras med till exempel ljud- och ljussignaler eller en kombination av båda. Larmet bör utformas så att budskapet uppfattas av samtliga personer i byggnaden. Själva förberedelsestiden förkortas ytterligare om talade meddelanden används då det förenklar beslutsprocessen (Nilsson, 2010).

5.2.4 Förflyttning

Gånghastigheten kan begränsas av bland annat fysiska hinder, funktionshinder och brandgaser. En persons lokalkännedom påverkar också utrymningstiden. Personer som har god lokalkännedom har i regel lättare att sätta sig själva i säkerhet än personer som är obekanta med lokalen. Byggnadens utformning spelar också en stor roll. I byggnader där det är svårt att orientera sig på grund av byggnadens komplexitet förlängs vanligen utrymningstiden (Nilsson, 2010).

5.2.5 Vägledande markering

För att underlätta orientering och hjälpa personer till närmaste nödutgång finns ofta krav på vägledande markering. Lokaler där personer inte förväntas känna till utrymningsvägarna, utrymnen med begränsat ljus samt lokaler som är svåra att orientera sig i skall ha utrymningsskyltar. Skyltarna skall vara synliga från alla platser i lokalen och skall finnas ovanför dörrar till och i utrymningsvägar enligt boverkets byggregler. Vid behov kan även målade linjer, pilar och ljusslingor användas (Brandteknik, 2005). Utrymningsvägar, utrymningsskyltar och vissa typer av lokaler skall även ha nödbelysning om strömmen bryts enligt boverkets byggregler.

5.3 Utrymningssimulering

I dagsläget används vanligen datorprogram för att beräkna utrymningstider i byggnader. Oftast beräknar programmen endast själva förflyttningstiden men i många fall kan varseblivnings- och förberedelsefasen uppskattas och skrivas in av användaren. Det finns många olika program med olika utformning vilka delas in i följande tre grupper efter beräkningsmodell: partikel-, rutnäts- eller nätverksmodeller. Det finns för- och nackdelar med de olika modellerna. I gruppen partikelmodellbaserade program är Simulex dominerande och anses också vara den mest realistiska modelltypen (Nilsson, 2007).

5.3.1 Simulex

Simulex är ett Windows-program (utvecklat av Integrated Environmental Solutions, IES) som används för att beräkna utrymningstider. Det är lätt att använda men klarar av att göra beräkningar för komplexa byggnader med många personer (Brandteknik, 2010). Programmet är partikelbaserat vilket innebär att koordinater beskriver individers placering i byggnaden. Lägesbeskrivningen blir då mer exakt än med nätverks- och rutnätsmodeller, där individer är bundna till rutsystem eller nätverk av noder. Med hjälp av avståndskartor beräknar programmet kortast avstånd för utrymning.

Simulex tar även hänsyn till avståndet mellan personer och hinder och gånghastigheten modifieras därefter med hjälp av en empirisk modell. Detta underlättar till exempel beräkningar av personflöde vid dörröppningar då flödet bestäms med funktioner kopplat till dessa avstånd. En nackdel är att konflikter kan uppstå då två eller flera personer möts och kan blockera varandras förflyttning (Nilsson, 2007). Programmet har en del andra nackdelar. Till exempel bortses från socialt betingade förflyttningar (Nilsson, 2010).

6. Kommentarer på befintligt brandskydd

Uppgiften är att undersöka om personsäkerheten vid en brand är tillräcklig. Genom att föra ett resonemang kring svagheter i det befintliga brandskyddet med stöd från utrymningsteorin fås en vidare grund för att göra en övergripande riskidentifiering för personsäkerheten.

6.1 Systematiskt brandskyddsarbete

Ingen brandskyddsbeskrivning finns för byggnaden vilket är en brist. Enligt lag (2003:778) om skydd mot olyckor LSO ansvarar ägare och nyttjanderättshavare för att ett skäligt brandskydd upprätthålls (Brandteknik, 2005). Med stöd av LSO kan detta upprätthållas enligt SRVFS 2004:3 genom ett systematiskt brandskyddsarbete, se bilaga B. Inget dokumenterat sådant arbete finns för byggnaden vilket gör ansvarsfördelningen av brandskyddet mellan fastighetsägare (kommunen) och nyttjanderättshavarna oklar. Detta innebär i dagsläget att ingen har tagit på sig ansvaret för det nuvarande brandskyddet, något som båda parter är skyldiga att göra. Det finns även andra brister i brandskyddsarbetet. Till exempel saknar vaktmästaren och extern personal brandskyddsutbildning. Att inget tillfredställande systematiskt brandskyddsarbete sker idag, observerades vid platsbesöket. Till exempel blockerade lös inredning vissa utrymningsvägar och alla nödutgångar vid besöket, förutom två frekvent använda ingångar, var blockerade av snö, se figur 49 och 50.



Figur 49: Nödutgång blockerad av snö.



Figur 50: Lös inredning i utrymningsvägen.

6.2 Utrymning

Även andra problem uppenbarade sig vid platsbesöket då till exempel utrymningsskyltar placerats ovanför fel fönster eller var dolda av inredning, se figur 51. Vissa utrymningsskyltar som utgörs av fönster är olämpliga överhuvudtaget. Dels så är fönsterbredden i vissa fall väldigt liten och det var rent av omöjligt för personer med funktionsnedsättning att ta sig ut. Utrymningsvägen via fönstret i B-salen går i själva verket via det vänstra fönstret och inte det högra som visas i figur 51. Att vissa utrymningsskyltar på plan 2 sker via taket

ifrågasätts då det krävs en svårtåtkomlig nödstege för att ta sig ner till marknivå. När en person väl nått marken kommer han/hon dessutom ha svårt att ta sig från platsen då ett buskage och en bänk är i vägen, se figur 52.



Figur 51: Felaktig placering av nödutrymningsskylt.



Figur 52: Nödstege vid huvudentré.

6.3 Larmsystem

Idag finns det enbart ett enklare system som knappt täcker det första våningsplanet. Larmdon och detektorer saknas i källaren och på andra våningen. De magnetuppställda dörrar som finns är inte kopplade till brandlarmet. Det innebär att dessa inte är självstängande och därmed inte förhindrar spridning av brandgaser.

6.4 Ventilation

Det är mycket troligt att det ventilationssystemet kommer att fortsätta att gå under en eventuell brand. Denna bedömning görs då det undantaget A-salen saknas rökdetektorer som aktiverar vid brand och kan skicka signal till fläktarna att stanna.

Konsekvenserna som detta medför är flera. För det första kommer den omblandande effekten systemet har, antagligen göra att ingen ordentlig skiktning av brandgaslagret kommer att ske, vilket innebär en försämrade utrymningssituation på grund av försämrade sikt och mer toxisk miljö. Detta gäller speciellt för foajén, E- och C-salen. För att brandgaslagret ska vara stabilt är det bättre att deplacerande tilluftsdon används (Jensen, 1998). För det andra kan brandgaser spridas obehindrat i systemet då det saknas evakueringspjäll. Ur spridningssynpunkt är det positivt att samtliga kanaler på vinden är brandisolerade.

Enligt gjord bedömning av ventilationssystemets funktion vid brand kan vissa svagheter med systemet konstateras. Det är viktigt att poängtera att bedömningen bara är kvalitativ och ventilationssystemet inte är funktionstestat för brand.

6.4.1. A-salen

De takplacerade till- och frånluftdonen medför en risk för att brandgaserna sprids via ventilationskanalerna till fläktrummet. Till frånluftskanalen är en rökdetektor placerad innan frånluftsfälkten i fläktrummet. Om detektorn aktiverar, öppnas ett evakueringspjäll som leder brandgaserna ut i det fria och skyddar därmed fläkten. En annan effekt som denna konstruktion medför är att kanalsystemet tryckavlastas och därmed kan en spridning av brandgaser till övriga systemet undvikas. Enligt ritningar kan det inte uteslutas att brandgaserna kommer att gå via tilluftskanalerna in i fläktrummet, men för att detta ska ske krävs troligtvis en mycket stor brand. För att visa att detta kan ske måste beräkningar på brandgasspridningen göras.

7. Riskidentifiering

Syftet med en riskidentifiering är att med identifiera brandtekniska risker i byggnaden. Genom att studera samtliga våningsplan fås en uppfattning om var bränder kan uppstå, hur sannolika de är och vilka konsekvenser de kan få. Det finns nästan oändligt många möjliga brandscenarier, med varierande konsekvens och sannolikhet. För att begränsa antalet har enbart de scenarier som anses väsentliga beskrivits och värderats i analysen. Genom att värdera sannolikhet och konsekvens för dessa kvalitativt fås en uppfattning av riskbilden. Ur denna kvalitativa grovanalys valdes sedan två representativa brandscenarier vilka används för att kontrollera om befintligt brandskydd är tillräckligt. Målet är att i största möjliga mån välja brandscenarier som täcker in övriga identifierade scenarier. Vid val av representativa brandscenarier har sedan värsta möjliga men fortfarande troliga scenarier valts.

7.1 Värdering av möjliga brandscenarier

Sannolikheter och konsekvenser har grovt uppskattats genom en kvalitativ gruppdiskussion, ritningsgranskning och observationer vid platsbesöket. Varje rum har kontrollerats med avseende på brännbart material och potentiella tändkällor. Konsekvenser och sannolikheter har uppskattats på en skala 1 – 5. Risken uppskattades sedan genom att multiplicera sannolikhet och konsekvens.

	1	2	3	4	5
Sannolikhet	Mycket låg	Låg	Trolig	Hög	Mycket hög
Konsekvens	Mycket liten	Liten	Medel	Stor	Mycket stor

7.1.1 Pannrummet

En gasläcka uppstår i pannrummet och antänder. Den explosion som uppstår ödelägger byggnaden. Sannolikheten att en explosion uppstår är mycket låg men konsekvenserna blir mycket stora om människor befinner sig i byggnaden. Någon vidare undersökning av detta scenario kommer att göras då det inte är intressant ur ett utrymningsperspektiv och ligger utanför rapportens syfte/uppgift.

Sannolikhet: 1

Konsekvens: 5

Risk: 5

7.1.2 Elcentralen

Någon form av elfel leder till överhettning, överslag eller liknande får kablaget att börja brinna. Rummet är väl tillslutet och innehåller lite brännbart material utöver kablaget, vilket resulterar i att risken för brandspridning bedöms som liten. Sannolikheten för detta brandscenario bedöms som låg och konsekvenserna som mycket små.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 1

Risk: 2

7.1.3 Ateljén

En av de två keramikugnarna felfungerar och fattar eld. Rummet har små mängder brännbart material och dessutom en utgång till det fria. Därför anses konsekvensen bli mycket liten. Sannolikheten för att ugnen ska börja brinna bedöms dessutom vara mycket låg.

Sannolikhet: 1

Konsekvens: 1

Risk: 1

7.1.4 Foajén

Möblemanget intill huvudentrén kan utgöra en brandkälla och leda till ett hastigt brandförlopp med snabb tillväxt och kraftig brandgasproduktion. Detta brandscenario kan medföra att flera utrymmen, till exempel foajén, södergående korridoren samt restaurangen, fylls snabbt med brandgaser. En brand i soffgruppen medför att utrymningsvägen ut genom huvudentrén kan bli blockerad på grund av temperaturen, strålningen och brandgaserna som branden utvecklar. En trolig antändningskälla kan vara en tappad cigarett/pipa eller att någon anlägger en brand. Sannolikheten att en brand skulle uppstå i soffgruppen bedöms som låg. Konsekvensen bedöms bli medelstor då flera större utrymmen som utgör väg till utrymningsvägar kan komma att blockeras, vilket förlänger utrymningstiden.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 3

Risk: 6

7.1.5 Kapprum

Brand startar i ytterkläder i kapprummet. Tändkälla kan en kvarglömd pipa i en ficka eller någon som medvetet tänder på. Då jackor kan bestå av stora mängder plastmaterial och syretillförseln till det öppna kapprummet bedöms som god kommer ett brandförlopp bli hastigt och ha en hög effektutveckling. Brandgasspridningen kan bli stor i den södergående korridoren, de två trapphusen, foajén och restaurangdelen av byggnaden. Detta innebär att flera utrymningsvägar kommer blockeras vilket får till följd att utrymningen vid stora folkmassor försvåras avsevärt. Sannolikheten för detta scenario bedöms som låg men förväntas få stora konsekvenser.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 4

Risk: 8

7.1.6 Köket

En brand uppstår på stekbordet, eller i någon av ugnarna, kylskåpen eller frysen. Brandspridningen kommer antagligen vara begränsad till köket då mängden brännbart material i utrymmet är liten. Då det endast är ett fåtal personer som arbetar i köket bedöms konsekvenserna vara små eftersom personalen har god lokalkännedom och lätt för att utrymma. Sannolikheten att en brand ska uppstå bedöms som trolig men konsekvensen bedöms bli liten.

Sannolikhet: 3

Konsekvens: 2

Risk: 6

7.1.7 Scenintaget

En brand startar i anslutning till någon apparatur: elfel, överhettning eller dylikt. Eftersom en del bråte förvaras mer eller mindre temporärt i utrymme, kan detta material antändas. En brand i utrymmet kan växa till sig under lång tid för att sedan sprida sig till scenen i A-salen. Branden kan förvisso pågå obemärkt men då brandgaser inte blockerar utrymningsvägar bedöms konsekvensen som medelstor. Sannolikheten att ett elfel eller liknande leder till att bråte antänds anses vara låg.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 3

Risk: 6

7.1.8 Scenen

En scenlampa överhettar eller dylikt felfungerar och antänder dekoren med snabb spridning i ridåtyger som följd. Något som dock förväntas ha positiv inverkan på utrymningstiden är att publiken, eller en tänkt folkmassa under en tillställning, snabbt kommer upptäcka branden visuellt. Det förväntas dröja innan brandgaslagret sjunker till en kritisk nivå på grund av takhöjden i A-salen och besökarna kan då utrymma genom huvudingångarna till A-, C- och E-salen ut till foajén. Sannolikheten att branden uppstår uppskattas vara låg och konsekvenserna förväntas bli små.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 2

Risk: 4

7.1.9 Läktaren

A-salens läktare fungerar som plats för diverse teknisk ljus- och ljudutrustning som används under olika tillställningar. Det finns tre rader gamla biografstolar på läktaren. Då stolsmaterialet består av stora mängder skumgummi blir brandförloppet hastigt och stora mängder giftiga gaser produceras om stolarna antänds. Branden lär dock upptäckas relativt fort vilket medför att utrymningen kan starta innan brandgaslagret börjar närma sig kritisk nivå. En möjlig antändningskälla kan vara ett elfel eller överhettning från en vält scenlampa. Normalt sett får inga besökare vistas här uppe och själva trappan till läktaren hålls låst. Sannolikheten för att en brand uppstår under givna förutsättningar bedöms som mycket låg men konsekvenserna bedöms bli stora.

Sannolikhet: 1

Konsekvens: 4

Risk: 4

7.1.10 Förråd i A-salen

I förrådet förvaras papper, kläder och trämaterial. Även elektrisk apparatur som till exempel mixbord förvaras i utrymmet. Ett elfel uppstår i apparatur som står på laddning, vilket antänder det förvarade materialet i förrådet. Branden sprider sig i träpanelen med tillhörande isolering utanför förrådet och tillväxter snabbt. Brandspridningen fortgår och antänder även undertaket till läktaren. Den snabba effektutvecklingen medför en kraftig brandgasproduktion och strålning som snabbt minskar utrymningsmöjligheterna genom A-salens huvudingång. Konsekvenserna vid ett större publikt arrangemang, som till exempel en konsert eller en revy, kommer antagligen bli stora. Sannolikheten att en brand uppstår bedöms som måttlig.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 5

Risk: 10

7.1.11 C-salen

Brand uppstår i de staplade stolar som tillfälligt lagras i lokalen när dessa inte står framme i någon av de andra lokalerna. Den stora mängden bränsle kan medföra en kraftfull brand om lufttillförseln är god. Brandgasspridning till angränsande utrymme kan medföra en försvårad utrymning. Störst blir konsekvenserna om en eventuell danstillställning eller liknande pågår i A-salen och någon öppnar dörren till C-salen. Det skulle medföra att stora mängder gaser sprids samtidigt som branden helt plötsligt får mycket mer syre. Sannolikheten att en brand ska uppstå i detta utrymme under givna förutsättningar bedöms som mycket låg då branden i praktiken måste anläggas. Konsekvenserna bedöms bli stora för detta scenario.

Sannolikhet: 1

Konsekvens: 4

Risk: 4

7.1.12 Rum 2

Rummet som tidigare kallades Rum 2 används idag som lagringsutrymme för mindre mängder sanitärt material. Det sanitära materialet utgörs av stora mängder pappershanddukar och några flaskor med brandfarlig desinficeringsvätska som kan utgöra en brandkälla. Då utrymmet är låst samt att tändkällor knappt existerar i rummet bedöms det som en mycket låg sannolikhet att en brand uppstår. Konsekvensen av en brand bedöms som mycket liten då antalet människor, i denna del av byggnaden, är lågt under större delen av verksamhetstiden.

Sannolikhet: 1

Konsekvens: 1

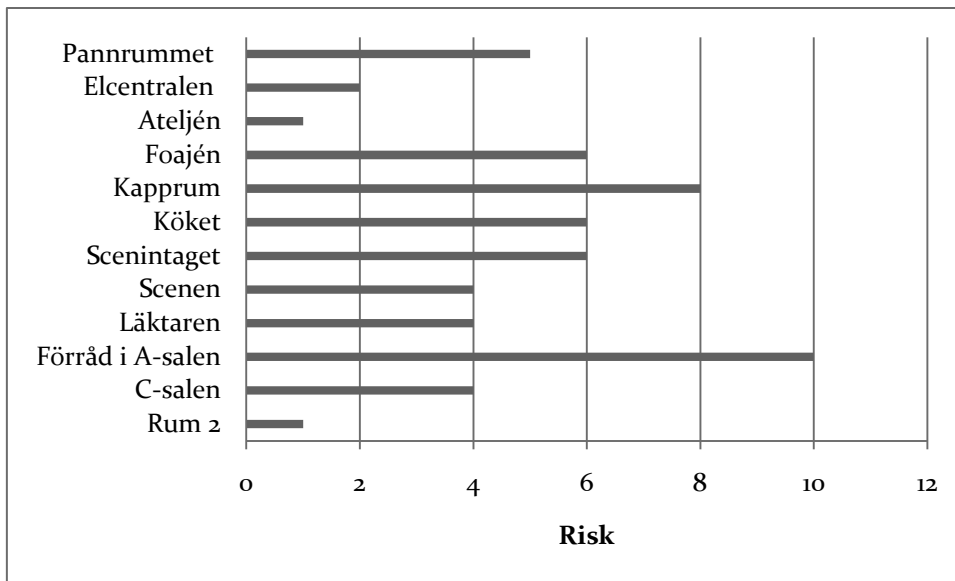
Risk: 1

7.2 Val av representativa brandscenarier

Val av representativa brandscenarier beror till stor del på vilket mål som finns med utredningen. I denna rapport analyseras uteslutande personsäkerheten i objektet och därför har representativa brandscenarier valts utifrån denna aspekt. Förhoppningen är att det med hjälp av dessa scenarier skall kunna dras slutsatser om objektets förmåga att klara av en utrymning vid brandtillbud. Nedan finns en redogörelse för några av de parametrar som reflekterats över vid val av representativa brandscenarier.

- Brandens placering – Finns det någon placering som är speciellt kritisk? Något som i synnerhet beaktats är om branden kan placeras så att den skär av utrymningsvägar, kan förtgå oupptäckt eller utsätter många människor för fara (såsom bränder i närheten av eller i samlingslokaler).
- Typ av brand – Hur brandförloppet ser ut är starkt förenat med brandens placering och tändkälla. Vilken typ av brand som bildas är avgörande för bland annat tillväxthastighet, brandgasproduktion, sikt och toxicitet, vilket oftast direkt är kopplat till hur lång tid det tar att uppnå kritiska förhållanden.
- Verksamheten – Finns någon utmärkande aktivitet eller brandtekniska brister i objektet som speciellt utgör en risk? Det kan till exempel vara hantering av brandfarligt material eller brister i systematiskt brandskyddsarbete som innebär uppenbara risker ur utrymningssynpunkt.
- Spridning – Kan brand eller brandgaser spridas till andra delar av byggnaden? Detta kan ske via öppningar eller ventilation. Spridning kan i vissa fall blockera utrymningsvägar och utsätta människor i andra delar av byggnaden för fara.

Risker är ofta olika från objekt till objekt men viktigt att påpeka är att statistik kan vara ett stöd vid valet. Det kan till exempel vara statistik för vilka bränder som vanligast förekommer i publika byggnader. Emellertid är det viktigt att använda statistiken på rätt sätt. Skulle brandskyddet utformas efter endast de vanligaste, och antagligen mindre brandtillbud, skulle brandskyddet vara otillräckligt om ett värre men mer osannolikt brandtillbud uppstod. Om brandskyddet å andra sidan utformas efter alla möjliga scenarier med låg sannolikhet och stora konsekvens så skulle brandskyddet överdimensioneras.



Figur 53: Bedömd risk för utvalda scenarier

Från grovanalysen av brandscenarier valdes två stycken scenarier som får utgöra representativa brandscenarier. De två scenarierna är enligt följande: Scenario 1 - förrådsbrand i A-salen och Scenario 2 - brand i foajéns kapprum. Branden i förrådet anses täcka in övriga identifierade scenarier i samlingssalarna och kapprumsbranden övriga scenarier i foajédelen. Bränder i källaren och på plan 2 har bortsetts ifrån då få personer vistas där. Brandspridning från något av de övriga planen till plan 1 förväntas dessutom ha lägre konsekvenser än en brand placerad på plan 1.

8. Analysmetodik

Genom att presentera analysmetoden för scenarierna ges en förklaring över hur simuleringar och beräkningar är utförda. Grundprincipen är, som förklarat i kapitel 5, att undersöka tiden till kritiska förhållanden för att sedan jämföra den med tiden till genomförd utrymning. Brandsäkerheten bedöms sedan utifrån denna tidsmarginal.

$$\text{Tidsmarginal} = \text{Tid till kritiska förhållanden} - \text{Utrymningstid}$$

Först ges en kortare beskrivning av det valda representativa brandförloppet och en motivering till varför scenariot valts med stöd från riskidentifieringen i kapitel 7. Med framtagen effektutveckling har de olika scenarierna simulerats och tider till kritiska förhållanden fastställts. Med resonemang angående blockerade utrymningsvägar, beteende vid utrymning och utrymningssimulering har sedan tiden till genomförd utrymning beräknats. Till sist beräknas tidsmarginalen för att uppskatta personsäkerheten.

8.1 Kritiska förhållanden

För att beräkna tiden till kritiska förhållanden har datorprogrammen FDS (Forney, 2010), och CFAST (Jones *et al*, 2009) samt handberäkningar använts. Handberäkningar har främst använts för att verifiera, men också för att ersätta, de resultat från simuleringarna som innehåller alltför stora osäkerheter. För scenario 1, brand i A-salens förråd har simuleringsprogrammet använts med handberäkningar för sikt och strålning.

I scenario 2, brand i kapprummet, har CFD-programmet FDS använts. Inga handberäkningar har utförts för scenario 2 då geometrin anses alltför komplex och anses inte vara giltig för handberäkningar, dock har en verifierande simulering utförts.

Datasimuleringar och beräkningar utgår ifrån förenklingar och medför osäkerheter. Dessa redovisas för respektive program i bilaga C. För att känslighetsanalysera resultat har olika försöksuppställningar simulerats. Genom att variera effektutveckling och vilka dörrar som är öppna fås en uppskattning om mellan vilka värden resultatet kan variera.

8.2 Utrymningstid

För att kunna uppskatta tiden till genomförd utrymning har ett antal utrymningssimuleringar utförts för kapprumsbranden och förrådsbranden i A-salen. Genom att anta att ett visst antal personer befinner sig i byggnaden och variera vilka utrymningsvägar som väljs och av hur stort antal, kan en uppskattning av förflyttningstiden beräknas med Simulex. Genom att addera varseblivningstiden, förberedelsetiden med förflyttningstiden kan en uppskattad tid till genomförd utrymning beräknas. Syftet med denna undersökning är för att kunna identifiera eventuella faror och brister med olika typer av arrangemang.

Simuleringarna görs enbart för större arrangemang på plan 1 då konsekvenserna för dessa arrangemang anses vara mest intressanta att undersöka ur ett utrymningsperspektiv. Detta medför att de 400 personer, som är det högsta tillåtna personantalet för byggnaden, placeras i simuleringarna med olika variation på plan 1 med begränsningen att ingen befinner sig i den sydvästra delen av plan 1.

8.3 Tidsmarginal

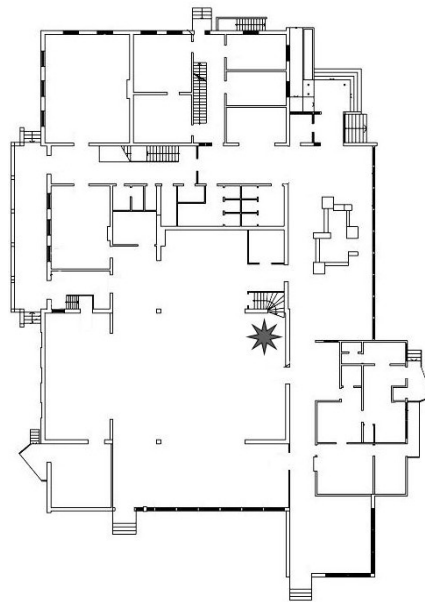
Då tiderna till kritiska förhållanden samt utrymningstider är framtagna görs en osäkerhetsanalys med hjälp av Excelapplikationen @Risk. Variablerna som ingår i tidsmarginalens ekvation innehåller vissa osäkerheter. De representeras därför av fördelningar för att få en uppfattning av sannolikheten för olika utfall. En negativ tidsmarginal innebär att utrymningstiden tar för lång tid och kritiska förhållanden hinner uppnås innan utrymningen är fullbordad. Acceptanskriterium har satts till att alla ska hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppnås. Uppnås inte dessa krav anses alltså personsäkerheten vid brand ej acceptabel.

9. Analys av scenario 1: Brand i A-salens förråd

Sannolikheten för brand i A-salens förråd har bedömts vara låg men med risk för mycket stora konsekvenser. Under en större tillställning i A-salen startar branden på grund av elfel i apparatur som står på laddning i förrådet. Efter en uppskattad förbrinningstid på ca 100 sekunder antänds närliggande material och branden växer till sig i förrådet. Branden sprider sig sedan till träpanelen i väggen utanför förrådsöppningen och efter en tid antänds läktarens underdel. Branden detekteras antingen av människor som känner röklukt eller av de detektorer som finns placerade i lokalen. I scenariot förväntas dörren till A-, C- och E-salen från foajén, samt skjutdörrarna mellan salarna, vara helt öppna. I figur 54 nedan visas en bild på själva förrådet och i figur 55 redovisas brandens placering i objektet.



Figur 54: Öppningen till förrådet i A-salen.



Figur 55: Förrådsbrandens placering i byggnaden.

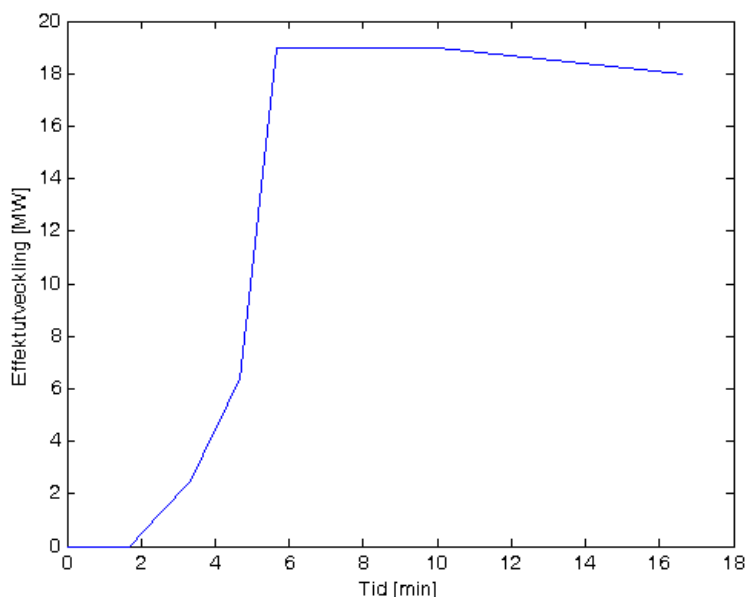
9.1 Motivering

En eventuell brand i förrådet i A-salen skulle kunna få förödande konsekvenser. Eftersom det rör sig om ett dolt utrymme finns risken att den växer till sig utan att någon upptäcker branden och släcker. Det finns dessutom möjlighet för brandspridning till den omgivande lokalen. Brandspridning till vägbeklädnad och läktare skulle förmodligen snabbt omöjliggöra utrymning genom huvudingången i A-salens norra del. Detta anses vara farligt då människor tenderar att vilja utrymma genom den ingång som de använde för att ta sig in i lokalen (Frantzich, 2001). Skulle branden sprida sig upp på själva läktaren blir brandbelastningen stor på grund biografstolarna som finns där. Den stora bränsletillgången skulle kunna resultera i en enorm brand som utgör direkt livsfara för alla som vistas i byggnaden.

9.2 Effektutveckling

Det är svårt att fastställa effektutvecklingens utseende då förrådsbranden med brandspridning till vägpanelerna och läktaren är komplex. Brandens utveckling kan däremot grovt förenklas genom att delas upp i tre stadier: initialbrand i förrådet, brand i

väggpanel och brand i läktaren. Genom att undersöka empiriska resultat vid liknande geometrier har effektutvecklingen för de olika stadierna uppskattats. A-salens väggar och tak är gjorda i trä och därför förväntas spridningen att fortgå då inte finns några aktiva system som kan begränsa branden. I diagrammet i figur 56 redovisas framtagen effektutveckling och i bilaga D redovisas mer detaljerat hur den har tagits fram.



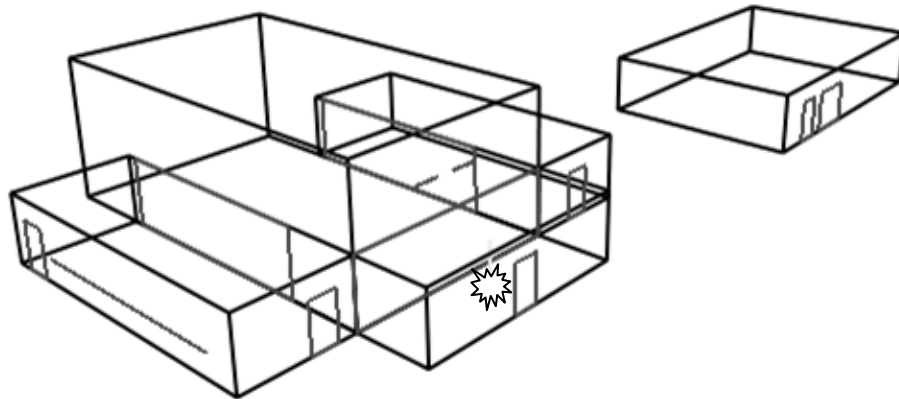
Figur 56: Framtagen effektutveckling för förrådsbranden i A-salen.

9.3 Simulering i CFAST

Branden är för enkelhets skull placerad i mitten av utrymmet under läktaren, se figur 57. För att underlätta simulering har utrymmet under läktaren, där branden uppstår, flyttats utanför A-salen. Ingen hänsyn har tagits till den balkongplym som bildas då röken går ut under läktaren mot taket. I CFAST tas ingen hänsyn till transporttid vilket anses vara konservativt ur rökfylldsperspektiv (Jones *et al*, 2009).

Det är viktigt för rökfylldmodeller att volymen bibehålls. A-salens längd förkortas därför i simuleringen med 1,5 meter för att kompensera för volymen under läktaren. Ingen hänsyn har tagits till scenens höjd då den inte påverkar rökgasfyllnaden nämnvärt före det att brandgaslagret ligger väldigt lågt. Utgångar till kaféet och foajén är för enkelhets skull kopplade till en representativ volym. Denna representativa volym motsvarar foajéns och kaféets volym och skall motsvara tillgänglig luft och uppsamling av brandgaser, se figur 57. Ingen hänsyn har tagits till golfeffekter eller värmeöverföring mellan rummen då vi endast tittar på en begränsad tidsrymd. Då effekten snabbt når höga nivåer och brandspridningen blir komplex, undersöks endast det tidsspann som anses rimligt för ett utrymningsförlopp. För indatafil och en djupare genomgång av hur simuleringarna är utförda, se bilaga E.

Då C-salen är något bredare än E-salen men innehåller en del förrådsutrymmen, approximeras att volymerna är lika stora. För måttangivelser, se bilaga E. För giltighet för CFAST, se bilaga C.



Figur 57: I figuren ses E-, A- och C-salen och deras öppningar mot det fria samt mot den representativa volymen. I figuren ses även det utflyttade brandrummet och den lilla stjärnan representerar brandens placering i simuleringen. Till höger syns den representativa volymen som kompenserar för foajéns och kaféets volym.

9.4 Handberäkningar

9.4.1 Rökfyllnad

Vid handberäkningar för rökfyllnad har en enkel modell från Enclosure Fire Dynamics använts för att verifiera om CFAST-simuleringen för rökfyllnad är rimlig. Modellen som använts för att beräkna brandgaslagrets höjd är en tvåzonsmodell, som förutom tvåzonsapproximationen, beskriven i bilaga C, bygger på följande antaganden:

- Branden är en punktkälla
- Förhållandevis liten temperaturstegring i brandgaserna så att den varierande brandgastemperaturen kan ersättas med ett medelvärde
- Ingen värmeledning från de varma brandgaserna till geometrin
- Ingen ventilering av brandgaserna
- Ingen tryckuppbyggnad i lokalen

Antaganden leder till en del begränsningar. Relativt liten temperaturstegring i brandgaserna kräver att effektutvecklingen i förhållande till volymen inte är alltför stor. Eftersom värmeledningen försummas kommer de beräknade temperaturerna vara överskattade. Ju mer tid det har förflutit desto större blir denna överskattning och modellens giltighet blir sämre. Se bilaga F för handberäkningar för rökfyllnad.

9.4.2 Strålning

Då branden kommer vara begränsad till förrådet under de första minuterna av brandförloppet förväntas inte strålningen påverka utrymningen förutom att huvudingången till A-salen blir blockerad.

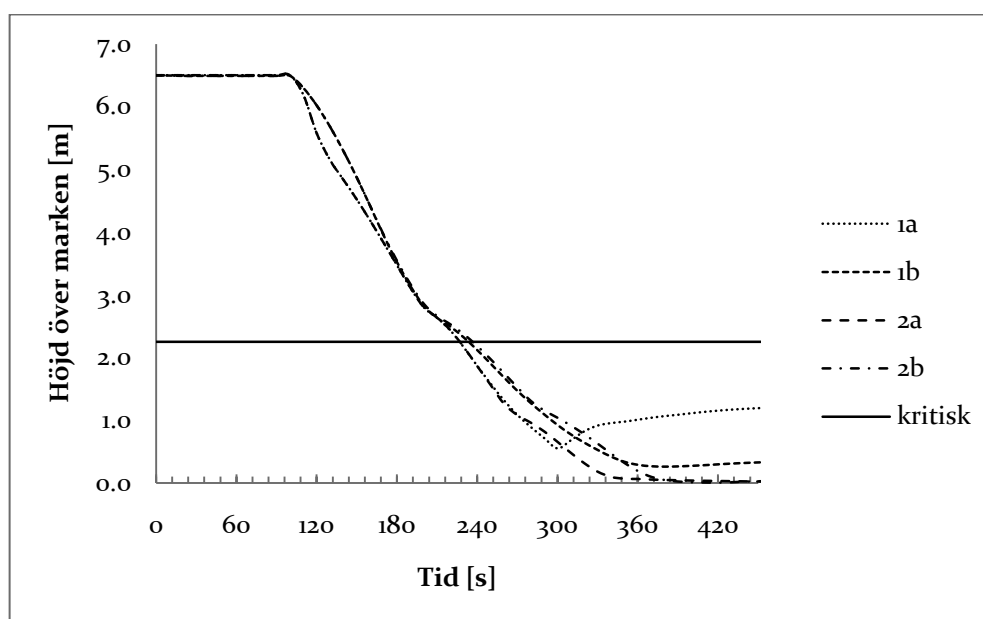
9.4.3 Sikt

CFAST är väldigt känsligt för vilka indata som används vid siktberäkningar. För att få en uppfattning om när kritiska siktförhållanden uppstår har en beräkning med total omblandning gjorts. Då det i verkligheten uppstår skiktning av brandgaslagret anses den handberäknade tiden väldigt konservativ. Se bilaga F för handberäkningar för sikten.

9.5 Kritiska förhållanden

9.5.1 Resultat

Med stöd från handberäkningar, datorsimuleringar och resonemang i bilaga F och G visar det sig att det är brandgaslagrets höjd som först når kritisk nivå i samlingssalarna. Brandgaslagrets höjd i A-salen kan även användas som riktmärke för när kritiska förhållanden uppstår i C- och E-salen. För den framtagna effektutvecklingen sker detta efter cirka 220 sekunder, se figur 58.



Figur 58: Brandgaslagrets höjd i A-salen som funktion av tiden för den framtagna effektutvecklingen.

I figur 58 förekommer följande beteckningar vilka motsvarar följande försöksuppställningar:

Försök 1a: Inner- och ytterdörrar i är öppna förutom läktarens dörr. Fönster är stängda.

Försök 1b: Som försök 1a med halverad effektutveckling.

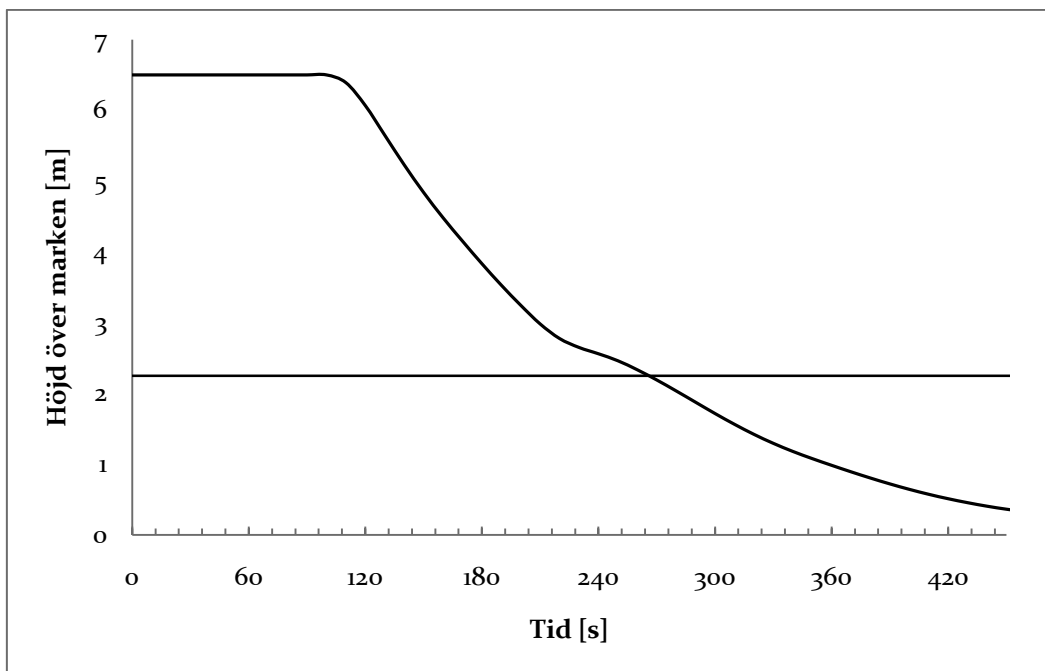
Försök 2a: Innerdörrar är öppna. Ytterdörrar och fönster är stängda.

Försök 2b: Som försök 2a med halverad effektutveckling.

9.5.2 Känslighetsanalys

Tillväxthastigheten i den framtagna effektutvecklingen är väldigt snabb och har ett alfa-värde som är högre än *ultra fast*. Den anses emellertid rimlig med stöd från de experiment som har använts. En känslighetsanalys har gjorts genom att simulera en effektutvecklingskurva vars effekt är halverad i varje tidpunkt. Då fås en halverad maxeffekt och en något långsammare tillväxt. Den halverade effektutvecklingen visade sig däremot också ha ett högt alfa-värde som låg kring *ultra fast*. Det blev därför ingen direkt skillnad i tiden till kritiska förhållanden i dessa simuleringar.

För att undersöka en tillväxthastighet som instinktivt känns mer rimlig, har i efterhand gjorts en simulering med samma maxeffekt men med en tillväxthastighet med ett alfa-värde motsvarande *fast*. Tiden till att brandgaslagret når kritisk nivå blev då 260 sekunder, se figur 59. Denna effektutveckling känns mer rimlig och används därför för att representera tiden till kritiska förhållanden.



Figur 59: Brandgaslagrets höjd som funktion av tiden i A-salen för den ursprungliga maxeffekten men för en tillväxthastighet motsvarande alfa-värdet "fast". Den horisontella linjen visar den kritiska höjden på 2.25 m. Kritiska förhållanden uppstår då efter ca 260 sekunder.

9.6 Utrymningssimulering

För att beräkna tidsmarginalen måste tid till genomförd utrymning undersökas. Tiden till genomförd utrymning är summan av varseblivningstid, förberedelsetid och förflyttningstid. För en mer detaljerad beskrivning av variablerna, se kapitel 5. Utgångspunkten för utrymningssimuleringarna är att anta varseblivnings- och förberedelsetider för att sedan beräkna förflyttningstiden med hjälp av Simulex. Vid beräkning av förflyttningstiden har två olika typer av arrangemang undersökts: sittande tillställning och danstillställning. För en mer utförlig beskrivning av metodiken för utrymningssimuleringarna, se bilaga H.

För samtliga simuleringar av förflyttningstiden antas 400 besökare befinna sig i bygganden. Beroende på hur brandförloppet ser ut och vilka salar som används antas besökarna fördela sig olika mellan utrymningsvägarna, se bilaga I.

9.6.1 Antagen varseblivningstid och förberedelsetid

Branden i A-salens förråd antas ha en förbrinningstid på 100 sekunder, vilket gör det svårt att avgöra hur lång tid det tar till branden upptäcks. Huruvida branden syns eller ej är emellertid en viktig faktor för förberedelsetidens längd (Frantzich, 2001). Efter 110 sekunder är effekten cirka 250 kW. Branden tillväxer mycket snabbt och efter ytterligare tio sekunder är effekten cirka 500 kW. Synliga flammor förväntas då komma från förrådet. Besökare antas därför bli varse om branden någon gång inom ett ganska snävt tidsintervall kring 110 sekunder, se tabell 2. Branden blir alltså snabbt synlig efter förbrinningstidens slut, varför en förberedelsetid på 3-5 minuter som rekommenderas vid dimensionering i Brandskyddshandboken är orimlig att använda under givna förutsättningar. Då branden är påtaglig uppskattas förberedelsetiden vara cirka 40 sekunder, se tabell 2.

Tabell 2: Antagna tider och fördelningar vid förrådsbrand i A-salen.

Antagna värden	Vald fördelning	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Varseblivningstid	Likformig	90	110	130
Förberedelsetid	Likformig	20	40	60

9.6.2 Förflyttningstid för danstillställning

I simuleringen av förflyttningstiden antas öppningen mellan A-salen och foajén vara blockerad på grund branden i förrådet. Övriga öppningar antas dock vara utnyttjade för utrymning. Simulering med Simulex ger en förflyttningstid på ungefär 130 sekunder om utgångarna utnyttjas enligt bilaga I.

Skjutväggarna i Folkets hus medför att samlingslokalens storlek kan varieras efter önskemål. Om skjutväggen mellan A- och C-salen är fördragen är det sannolikt att någon utrymning via farstun inte kommer ske då utrymningsvägen inte är helt uppenbar. Dörren ser visuellt ut som en del av skjutväggen och utrymningsskylten är placerad ovanför dörren på cirka tre meters höjd. För att undersöka hur förflyttningstiden påverkas av att skjutväggen är stängd mellan A- och C-salen har detta simulerats. För simuleringen antas besökarna enbart kunna utrymma via E-salen ut i det fria samt till kaféet. Branden i förrådet antas även här blockera öppningen mellan A-salen och foajén. En inledande simulering visar på att en stor köbildning uppstår ut till kaféet och en utrymningstid på 200 sekunder vilket inte bedöms vara helt trovärdigt. En justerad simulering, som bedöms vara mer sannolik, visar att den uppskattade förflyttningstiden blir ungefär 150 sekunder. Sammanfattande förflyttningstider, se tabell 3. För en djupare beskrivning av samtliga simuleringar se bilaga I.

Tabell 3: Förflyttningstiden för de olika utrymningssimuleringarna vid förrådsbranden i A-salen.

Utrymningssimulering	Förflyttningstid		
	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Danstillställning (allt öppet)	110	130	140
Danstillställning (C-sal stängd)	170	200	250
Danstillställning-justerad (C-sal stängd)	120	150	180

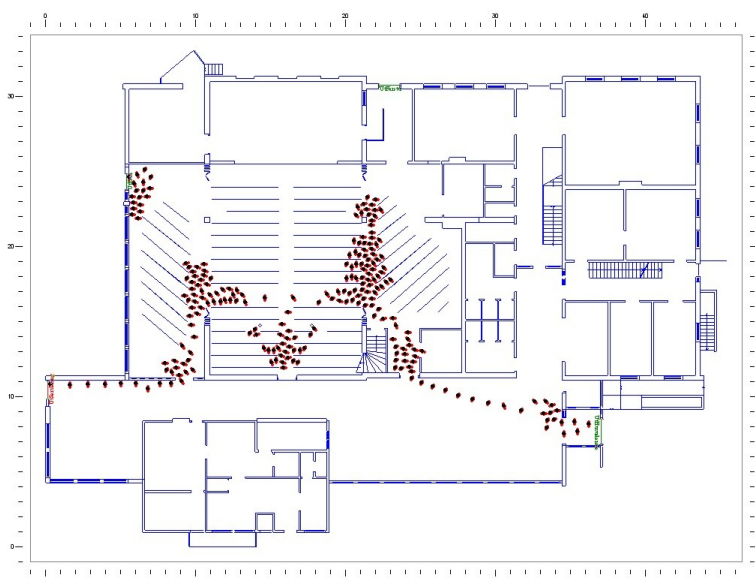
9.6.3 Förflyttningstid för sittande tillställning

I Folkets hus arrangeras en revy ett antal gånger per år där besökarna är sittande i A-, C- och E-salen. Då stolar utgör ett hinder vid utrymning, som kan förlänga tiden till genomförd utrymning, är det ett intressant att undersöka detta utrymningsförlopp djupare. Då branden är placerad i förrådet antas öppningen mellan A-salen och foajén vara blockerad. All utrymning genom övriga utrymningsvägar antas vara möjlig. Den beräknade förflyttningstiden uppskattades till ungefär 150 sekunder, se tabell 4.

Tabell 4: Förflyttningstiden för utrymningssimulering av sittande tillställning vid förrådsbrand i A-salen.

Utrymningsförlopp	Förflyttningstid		
	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Sittande tillställning	130	150	190

Förflyttningstiden kan vara något överskattad på grund av den stora köbildning som uppstår på flera ställen under simuleringen, se figur 6o. Sannolikt är denna köbildning mindre i en verklig situation då vissa förmodligen söker sig till andra utgångar. För en djupare beskrivning av simuleringen se bilaga I.



Figur 6o: Köbildning mellan stolsrader vid simulering av sittande tillställning vid förrådsbranden i A-salen.

9.7 Tidsmarginal

För att undersöka personsäkerheten vid brand har osäkerheterna i tidsmarginalen analyserats i @Risk. Tidsmarginalen utgör skillnaden mellan tiden till kritiska förhållanden och tiden till genomförd utrymning. För en djupare beskrivning av hur osäkerhetsanalysen har utförts se bilaga H. För samtliga simuleringar har tider och fördelningar enligt tabell 5.

Tabell 5: Antagna tider och fördelningar till osäkerhetsanalysen av tidsmarginalen.

Antagna värden	Vald fördelning	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Varseblivningstid	Likformig	90	110	130
Förberedelsetid	Likformig	20	40	60
Förflyttningstid*	Triangulär			
Tid till kritiska förhållanden	Likformig	240	260	280

*Förflyttningstiden är beroende på undersökt utrymningsförlopp.

Samtliga undersökta utrymningsförlopp visar med stor sannolikhet ett negativt värde, se tabell 6. För en djupare beskrivning av fördelningen av tidsmarginalen, se bilaga I.

Tabell 6: Tidsmarginalen för de undersökta simuleringarna i osäkerhetsanalysen.

Utrymningsförlopp	Tidsmarginal [s]
Danstillställning	-20
Danstillställning-justerad (C-sal stängd)	-40
Sittande tillställning	-50

9.8 Slutsats

För samtliga simuleringar blir den beräknade tidsmarginalen negativ. Följaktligen kan tillfredställande utrymning inte säkerhetsställas i dagsläget.

9.9 Diskussion

Det representativa brandscenariot för A-salen måste anses som mycket konservativt eftersom båda effektutvecklingarna som användes och som togs fram utifrån verkliga försök hade en tillväxthastighet högre än *ultra fast*. Simuleringar visar att dels med halverad tillväxthastighet och dels med tillväxthastigheten *fast*, förblir tidsmarginalen negativ. Resultat från de genomförda simuleringar anses tillförlitliga eftersom geometrin ligger inom giltighetsområde för en tvåzonsmodell samtidigt som handberäkningar på rökfyllnad med samma tvåzonsmodell ger resultat som verifierar resultaten från CFAST.

Vid utrymningssimuleringar har stor möda lagts på hur personer förväntas fördela sig över de olika utrymningsvägarna, där hänsyn till beteende vid brand har beaktats. Det har även gjorts justeringar av dessa antaganden i efterhand när utrymningssimulering med initiala antaganden inte ansågs vara realistisk. I flertalet fall kontrollerades de simulerade

förflyttningstiderna med enkla handberäkningar och i de fall som de gjordes kunde god överensstämmelse konstateras.

En stor osäkerhet med utrymningssimuleringarna är hur många personer som kan anses utrymma via farstun. Då utrymningsvägen inte anses vara helt intuitiv kan antalet som utrymmer via denna väg variera stort från bara några få personer till ett stort antal om den utnyttjas av någon i ett tidigt skede och står öppen.

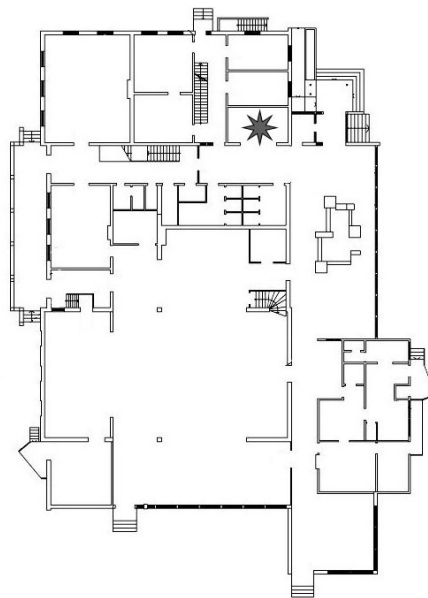
Viktigt påpeka är att utrymningen sannolikt kan fortsätta trots att brandgaslagret har nått kritisk höjd på 2.25 meter. Hur mycket extra tid det rör sig om är dock oklart. Osäkerheterna är stora och därför väljs de kriterier som ges i Brandskyddshandboken.

10. Analys av scenario 2: Brand i kapprummet

Sannolikheten för brand i kapprummet har bedömts vara låg med risk för stora konsekvenser. Branden kan vara anlagd eller uppkomma till följd av besökares försummelse. Till exempel kan det vara en dålig tömd pipa som läggs i en rock som sedan hängs in i kapprummet. Kapprummet ligger i direkt anslutning till huvudentrén och är oftast helt obevakat, varför brand även kan anläggas av tredje person. Branden antas ske under en föreställning eller dylikt med 400 besökare på bottenplan. Det är svårt att ta hänsyn till handlande av tredje person men tidigare antändningsförsök har emellertid skett, se kapitel 4. Branden kan detekteras av förbipasserande eller av en rökdetektor i foajén. I figur 61 nedan visas en bild på själva kapprummet och i figur 62 redovisas brandens placering i objektet.



Figur 61: Klädhängare i kapprummet.



Figur 62: Kapproomsbrandens placering i byggnaden.

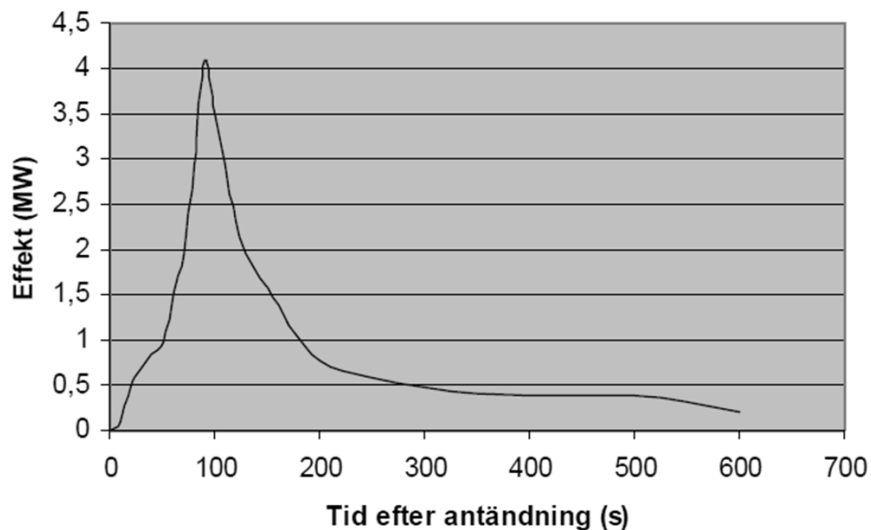
10.1 Motivering

Moderna jackor förväntas brinna snabbt och som följd av det stora antalet som förvaras i kapprummet är stor effekt- och rökutveckling att vänta. Därefter skulle röken kunna sprida sig i de två korridorerna på bottenvåningen. Då det inte finns självstängande dörrar till de båda trapphusen sprids även brandgaser obehindrat till plan 2 om dörrarna är öppna. En stor risk med detta scenario är att utrymningsvägen via huvudentrén blockeras.

10.2 Effektutveckling

I kapprummet finns det hängare för 72 jackor. Det är inte omöjligt att fler jackor förvaras i foajén vid större tillställningar. Dessa jackor förväntas dock förvaras i klädställ utspridda i foajén. Med stöd från experiment på en garderobsbrand och en enskild jacka har en möjlig effektutveckling för branden tagits fram. Det visade sig att ett befintligt experiment i en övertändningscontainer utfört av Johansson (2004) kan representera en brand i kapprummet. I och med att kapprummet har en stor öppning mot korridoren och foajén, antas syretillförseln tillgodoses som om kapprummet hade en sida öppen mot atmosfären

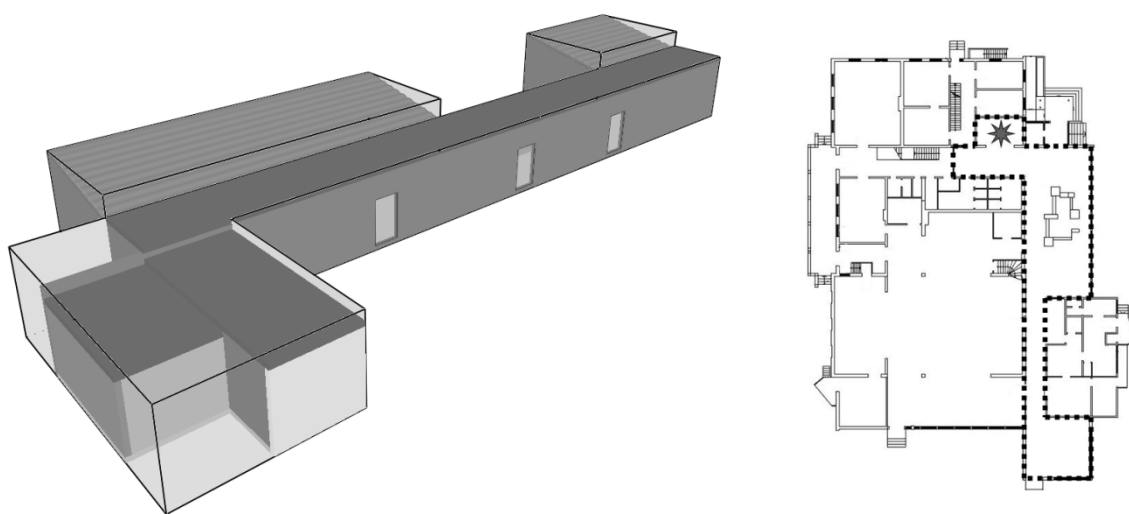
vilket containern i Johannssons försök hade. Väggar och tak är gjorda av betong i kapprummet och det finns inga aktiva system i foajén som kan begränsa branden. I figur 63 redovisas effektutvecklingen och i bilaga J redovisas en mer djupgående motivering till varför denna effektutveckling har valts.



Figur 63: Effektutveckling vid försök med 105 jackor (Johansson, 2004).

10.3 Simulering i CFD

Syftet med simuleringen är att fastställa hur branden i kapprummet påverkar förhållandet i foajén som utgör den utrymningsväg som de flesta antas välja vid en eventuell brand. Den studerade geometrin består av kapprummet, korridoren utanför, foajén och kaféet. Branden definieras som en brandyta på 6 m² och 1,5 meters höjd med fördefinierad effektutveckling given i kapitel 10.2. För en överskådlig bild av geometrin, se figur 64. Geometrin delades in i kubiska element med sidlängden 10 centimeter vilket ger ett totalt antal element på 1,183,176 st. För en mer genomgående redovisning av simuleringen, se bilaga K.



Figur 64: FDS-modellen och ritningen av den i simuleringen analyserade geometrin. Stjärnan i ritningen visar brandens placering och den streckade linjen visar gränsen för de de simulerade utrymmet.

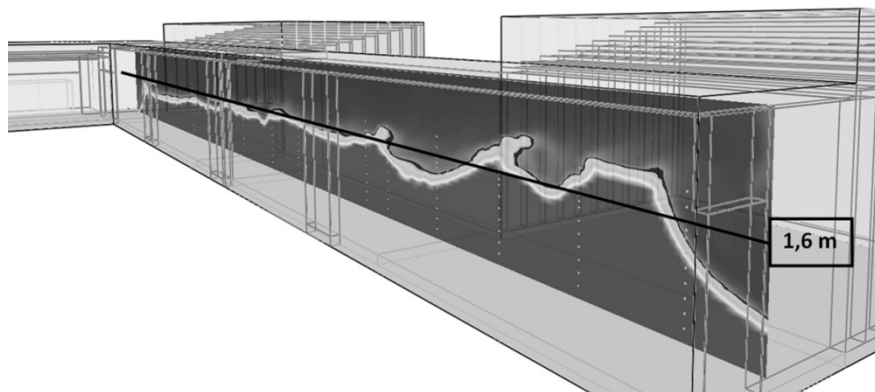
10.4 Handberäkningar

Inga handberäkningar har gjorts på brandförloppet då geometrin är alltför komplex för att till exempel en tvåzonsmodell ska kunna ge vettiga resultat. Eftersom utrymning via förbi kapprummet till huvudentrén antas ej var möjlig har inte några handberäkningar på strålning gjorts i det här fallet.

10.5 Kritiska förhållanden

10.5.1 Resultat

Enligt CFD-simuleringen blir förhållandet kritiskt efter 70-80 sekunder i restaurangdelen, efter 90 sekunder i korridoren mellan restaurangdelen och kafeterian och efter 100 sekunder i hela det studerade utrymmet, se figur 65. I samtliga fall utgörs den kritiska parametern av brandgaslagrets höjd men den snabba rökfyllnaden ger kritiska siktnivåer strax därefter.



Figur 65: Brandgaslagret i ett snitt från huvudingången till kafeterian när det blir kritisk; kapprummet är längst bort till vänster i bilden.

10.5.2 Känslighetsanalys

För att undersöka hur effektutvecklingen påverkar resultatet har en simulering genomförts med en effektutveckling som är halverad i varje tidpunkt. På det sättet redovisas vad som sker med ett mindre antal jackor i kapprummet. Dessutom anses ett sådant scenario representativt för att redovisa andra möjliga mindre bränder i foajén, till exempel brand i soffan. Resultat av denna simulering visar en ökning av tiden till kritiska förhållanden med ca 15 sekunder jämfört med den ursprungliga simuleringen.

Som led i känslighetsanalysen har även val av indataparametrars påverkan på resultat diskuterats. Utifrån den mera utförliga diskussionen av osäkerheter som presenteras i bilaga K, kan konstateras att de är av sådan karaktär att kritiska förhållanden kan uppstå ännu tidigare.

För att försäkra sig om att elementindelningen för ursprungssimuleringen är tillräcklig fin, har en verifierande simulering med åtta gånger så många element gjorts. Erhållna resultat visade mycket god överensstämmelse med den ursprungliga simuleringen.

10.6 Utrymningssimulering

I scenariot förväntas det totalt vistas 400 besökare i byggnaden. När utrymningen påbörjas förväntas de flesta besökarna söka sig mot huvudentrén, genom vilken de kom in i byggnaden (Frantzich, 2001). Då kritiska förhållanden uppstår tidigt i foajén så kommer dock besökarna tvingas att söka sig till andra utrymningsvägar. För beräkningen av förflyttningstiden har två olika typer av arrangemang undersökts: sittande tillställning och danstillställning. För en mer utförlig beskrivning av hur utrymningsmodellerna har utförts, se bilaga H.

10.6.1 Antagen varseblivnings- och förberedelsetid

Branden är inte synlig för personer som befinner sig i A, C- och E-salen. Därför förväntas inte personer i dessa lokaler upptäcka branden före det att rökdetektorn i foajén aktiveras. Detta sker enligt CFD-simuleringen efter 40 sekunder. Efter denna tid bör även personer som befinner sig i foajén varna människor i samlingslokalerna om branden i kapprummet. Att branden inte är synlig kommer att förlänga förberedelsetiden avsevärt (Frantzich, 2001).

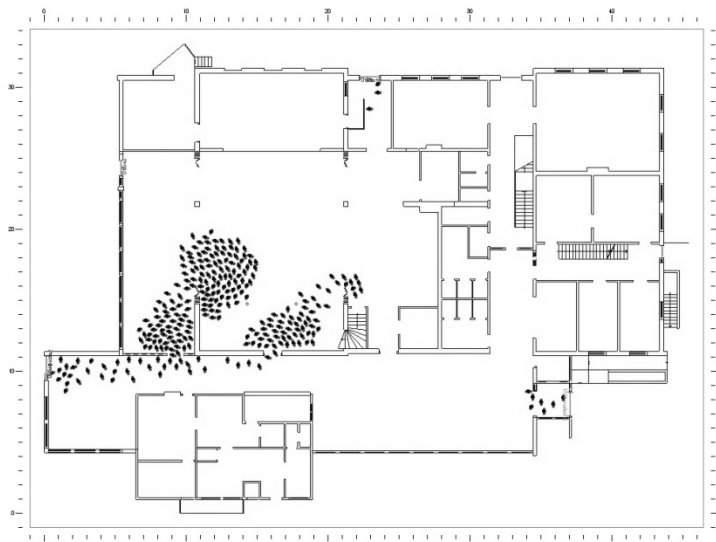
För nattklubbsgäster rekommenderar Brandskyddshandboken vid dimensionering en förberedelsetid på 3-5 minuter. Brand- och rökutvecklingen medför emellertid att brandgaslagrets höjd når en kritisk nivå utanför E-salen efter ungefär 90 sekunder. Då branden är så långt fortskriden är det inte rimligt att anta en förberedelsetid på 3 minuter utan den antas vara ca 1 minut. Eftersom det råder osäkerheter kring dessa variabler har en likformig fördelning antagits för de båda tiderna, se tabell 7.

Tabell 7: Antagna tider och fördelningar för kapprumsbranden.

Antagna värden	Vald fördelning	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Varseblivningstid	Likformig	20	40	60
Förberedelsetid	Likformig	40	60	80

10.6.2 Förflyttningstid för danstillställning

Inledningsvis gjordes en simulering där en grundläggande fördelning antogs. Den simulerade förflyttningstiden blev över 3 minuter, vilket överstiger tiden till kritiska förhållanden i foajén avsevärt. Den långa förflyttningstiden uppstod på grund av att en orimlig köbildning uppstod i öppningarna ut till foajén, se figur 66. Den simulerade förflyttningstiden ansågs inte vara rimlig eftersom en del av besökarna sannolikt ändrar sitt val av utrymningsväg då en sådan köbildning uppstår. Antagligen väljer de att utrymma via utrymningsvägen i E-salen istället. Därför utfördes en justerad simulering med annan fördelning av vilka utrymningsvägar som valdes av besökarna.



Figur 66: Köbildning vid inledande simuleringen av danstillställning vid kapprumsbranden vid tiden 20 sekunder efter påbörjad utrymning.

Den beräknade förflyttningstiden för den justerade simuleringen sjunker med ungefär 30 sekunder jämfört med den inledande simuleringen. Köbildning ut till foajén och kaféet uppstår fortfarande men är inte lika påtaglig. Då förflyttningstiden överstiger tiden till kritiska förhållanden, testas avslutningsvis en simulering med optimal fördelning av besökare i A-, C- och E-salen. Där personer är jämt fördelade på respektive utrymningsväg. Den beräknade förflyttningstiden blir då 1 minut och 30 sekunder. För en sammanfattning av den beräknade förflyttningstiden, se tabell 8. För en djupare beskrivning av simuleringen av förflyttningstid hänvisas till bilaga L. Hanberäkningar är gjort i jämförande syfte i bilaga N.

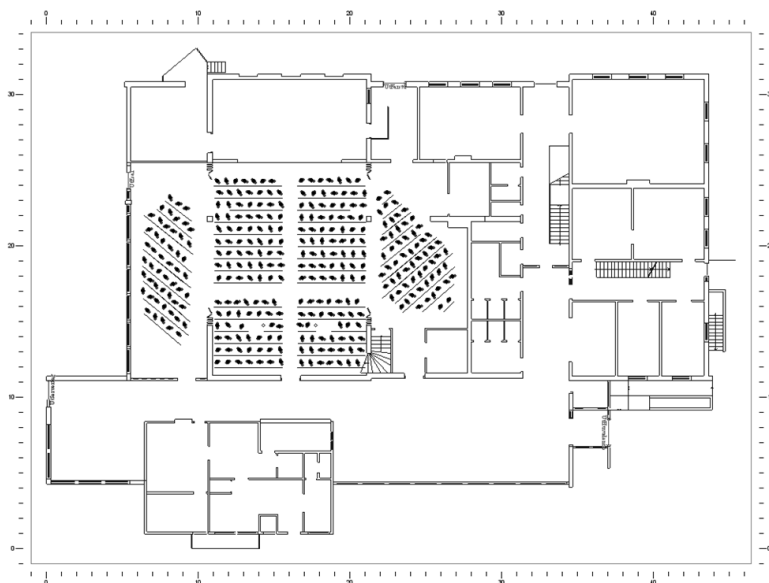
Tabell 8: Förflyttningstiden för de olika utrymningssimuleringarna för danstillställning vid kapprumsbranden.

Utrymningsförlopp	Förflyttningstid		
	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Danstillställning (grundinställning)*	---	200	---
Danstillställning (justerad)	140	170	210
Danstillställning (optimal)	80	90	110

*Simuleringen är inte helt genomförd då den inte bedöms vara sannolik.

10.6.3 Förflyttningstid för sittande tillställning

Då det förekommer större arrangemang med sittande besökare har en simulering utförts för detta. Fördelning av vilka utrymningsvägar som väljs av besökarna liknar den simulering som gjordes för justerad danstillställning. Den stora skillnaden är att stolsraderna är utgör hinder i Simulex, se figur 67.



Figur 67: Fördelning av människor vid sittanden tillställning. Strecken mellan de utplacerade besökarna i samlingshallarna representerar stolsrader som ej går att passera.

Den beräknade förflyttningstiden blev ungefär tre minuter, se tabell 9. För en djupare beskrivning av simuleringen av förflyttningstid hänvisas till bilaga L.

Tabell 9: Förflyttningstiden för utrymningssimulering av sittande tillställning vid kapprumsbranden.

Utrymningsförlopp	Förflyttningstid		
	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Sittande tillställning	150	190	220

10.7 Tidsmarginal

För att uppskatta personsäkerheten vid brand har tidsmarginalen, uppskattats med hjälp av @Risk. För en mer detaljerad beskrivning av hur osäkerhetsanalysen har utförts, se bilaga L. För samtliga ingående variabler i ekvationen för tidsmarginalen har en fördelning antagits se tabell 10.

Tabell 10: Antagna tider och fördelningar till osäkerhetsanalysen av tidsmarginalen.

Antagna värden	Vald fördelning	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Varseblivningstid	Likformig	20	40	60
Förberedelsetid	Likformig	40	60	80
Förflyttningstid*	Triangulär			
Tid till kritiska förhållanden	Likformig	80	90	100

*Förflyttningstiden är beroende på undersökt utrymningförlopp.

Resultatet av den gjorda osäkerhetsanalysen visar att tidsmarginalen för samtliga simuleringar är negativ med stor sannolikhet. För en summering av tre undersökta simuleringarnas tidsmarginal, se tabell 11. En mer detaljerad beskrivning av de beräknade tidsmarginalernas fördelning kan ses i bilaga L.

Tabell 11: Tidsmarginalen för de undersökta simuleringarna i osäkerhetsanalysen.

Utrymningsförlopp	Tidsmarginal [s]
Danstillställning (justerad)	-180
Danstillställning (optimal)	-100
Sittande tillställning	-190

10.8 Slutsats

Utrymningssimuleringarna visar att kritiska förhållanden uppstår innan utrymningen kommer att vara avslutad. Detta innebär att personsäkerheten inte kan bedömas vara på en acceptabel nivå.

10.9 Diskussion

CFD-simuleringen visar att kritiska förhållanden inträffar mycket snabbt. De osäkerheter som finns i simuleringen, se bilaga H, tyder på att kritiska förhållanden kan inträffa snabbare. Även en känslighetsanalys av effektutveckling visar att tiden till kritiska förhållanden inte förlängs tillräckligt för att tillfredsställande utrymnings ska kunna ske vid en halvering av effekten.

Den snabba rökutvecklingen i foajén ger kritiska förhållanden tidigare än vad som antas krävas för varseblivnings- och förberedelsestid för personer som befinner sig i samlingslokalerna. Dessutom kommer röken börja välla in till A-, C- och E-salen snabbt därefter. I samband med detta kommer besökarna troligen inte försöka utrymma via foajén utan söka sig till nödutgångar direkt ut i det fria via E-salen och farstun. Hur förhållandena i A-salen och angränsande salar blir innan denna utrymning sker är svårt att redovisa då simuleringen begränsades endast till foajén. Förvisso är det högt till tak i A-salen men för att ta sig till utrymningsvägarna måste vägen genom antingen C- eller E-salen användas. Dessa salar har mycket lägre takhöjd och förutsätts ha öppna dörrar mot foajén genom vilken röken kan sprida sig.

Utrymningssimuleringar för kapprumsbranden är gjorda för att undersöka vad som händer om foajén rökfylls, vilket innebär att samtliga vägar ut ur A-, C- och E-salen blir blockerade. När kritiska förhållanden uppstår utanför samlingslokalen är det troligt att besökarna vänder sig om och prövar någon annan utrymningsväg genom E-salen eller farstun. Dock är detta svårt att simulera, men det är troligt att utrymningen kan genomföras innan kritiska förhållanden uppstår i samlingslokalen vilket emellertid inte är undersökt. Sannolikheten att kritiska förhållanden snabbt uppstår i samlingslokalen kan anses lågt på grund av den stora rumsvolymen. Även om samtliga besökare tar sig ut är det frågan om det är rimligt att utsätta besökarna för de förhållanden som råder i samlingslokalen.

11 Riskbedömning

Syftet med projektarbetet är undersöka om personsäkerheten är godtagbar för byggnaden ur ett brandtekniskt perspektiv. Simuleringar, beräkningar och antaganden har gjorts för att uppskatta tiden till kritiska förhållanden och tiden till genomförd utrymning. Med stöd av resultat från simuleringar i kapitel 9 och 10 kan slutsatsen dras att personsäkerheten i Folkets hus i Svedala inte kan anses godtagbar under de antagna förutsättningarna. Detta innebär att brandskyddet måste förbättras för att personsäkerheten ska anses godtagbar. Även andra brandtekniska brister har identifierats i arbetet. Detta motiverar till åtgärder för att förbättra brandskyddet.

12 Åtgärdsförslag

För att förbättra det befintliga brandskyddet ges ett antal förslag på åtgärder som skall eller bör vidtas för att uppnå en acceptabel personsäkerhet vid händelse av brand. Åtgärderna anges i prioritetsordning med det den viktigaste åtgärden först. Därefter följer en motivering av de föreslagna åtgärderna.

12.1 Åtgärder som skall genomföras:

- Förrådet i A-salen skall brandsäkras eller tas bort
- Systematiskt brandskyddsarbete skall bedrivas
- Ett heltäckande automatiskt brand- och utrymningslarm skall installeras på samtliga tre våningsplan.
- Dörrar som avgränsar A-, C- och E-salen mot foajén, dörren i södra korridoren samt dörren mellan södra korridoren och trapphus 2 skall vara försedda med självstängare. Dörrarna bör även vara uppställda med magnethållare.
- Dörrar på andra våningsplanet som är i anslutning till de två trapphusen skall vara självstängande

12.2 Åtgärder som bör genomföras:

- Dörrar med skyltar "Dörren är larmad mellan kl. 16.00-07.00" bör bytas till "Endast nödutgång"
- Förbättrad vägledande markering för utrymning via farstun
- En brandskyddsbeskrivning bör upprättas
- Utrymningsvägen i Rum 4 bör breddas
- Nödsteget vid huvudentrén bör bytas ut till en utrymningstrappa
- För samtliga utrymningsvägar på plan 1 bör dörrar med panikregel installeras
- Nödbelysning bör installeras

12.3 Motivering av föreslagna åtgärder

De ovan föreslagna åtgärderna motiveras nedan med en kvalitativ beskrivning och i vissa fall valideras även åtgärdsförslaget med beräkningar.

12.3.1 Förrådet i A-salen

Utrymmets placering är mycket olyckligt ur ett brandtekniskt perspektiv. En brand kan växa till sig under en längre tid utan att den upptäcks. Den enklaste åtgärden är att ta bort utrymmet eller sluta använda det, framförallt för att förvara elektrisk utrustning på laddning. Om utrymmet är så viktigt att det måste användas, skall tändskyddade material sättas upp på både väggar och tak. En ytterligare försiktighetsåtgärd är att måla träpanelen med brandskyddande färg för att undvika vidare brandspridning.

12.3.2 Systematiskt brandskyddsarbete

Idag existerar inte något systematiskt brandskyddsarbete, vilket bedöms som mycket allvarligt. Flera brister uppdagades vid platsbesöket, till exempel saknade personalen utbildning i brandskydd och det existerar ingen ansvarsfördelning mellan fastighetsägare och verksamhetsutövarna. Det har bland annat lett till att snö ej skottats bort i och utanför utrymningsvägar. Vid brandtillbud under till exempel en julkonsert kan det

medföra att ett mycket litet antal av de dörrar som besökare förväntas utrymma igenom går att öppna. Med de rådande negativa tidsmarginalerna är det i högsta grad oacceptabelt.

Enligt 2 kap. 2§ i lag om skydd mot olyckor (2003:778) skall ett brandskydd upprätthållas i skälig omfattning. Begreppet skälig omfattning innebär att kostnaderna för åtgärder ska stå relation till det syfte det uppfyller (Brandteknik, 2005). Allmänna råd om hur ett skäligt brandskyddsarbete bedrivs ges i SRVFS 2004:3, se även bilaga B för en enklare beskrivning av innehållet.

Ett exempel på hur ett systematiskt brandskyddsarbete kan medföra en förbättring i brandskyddet är att utbilda personalen i verksamheten om faror och beteende vid brand. Denna kunskap hos personalen kan medföra att en utrymning kan inledas snabbare och besökarna blir vägleda ut i det fria, vilket medför en kortare utrymningstid (Frantzich, 2001).

En beskrivning av brandskyddet bör upprättas och bör bland annat innefatta en beskrivning av brandcellsindelning.

12.3.4 Automatiskt brand- och utrymningslarm

I dagsläget är larmsystemet per definition endast lämpat som villalarm. Larmsystemet anses därför vara bristfälligt och tillförlitligheten för systemet är oklar. Ett system som är utformat och gjort anpassat för Folkets hus skall därför installeras.

Ett heltäckande automatsikt brand- och utrymningslarm innefattar flera installationer. I samtliga rum skall optiska rökdetektorer installeras och kopplas till en gemensam centralapparat. Till centralapparaten skall larmdon kopplas så att samtliga personer i byggnaden kan nås av larmsignal oberoende var de befinner sig. Endast en typ av larmdon bör användas för att signaler inte ska medföra förvirring mellan olika budskap och därigenom fördröja utrymningen. Ett alternativ till de vanliga larmdonen, ringklocka eller siren, är att installera ett larm med talat meddelande. Undersökningar visar att ett talat meddelande medför en fördel att besökarna inte själva behöver ta initiativ till att påbörja en utrymning utan detta görs med hjälp av larmet (Frantzich, 2001).

Syftet med ett larm är att minska osäkerheten i att inleda en utrymning genom att snabbt ge information. Det talande meddelandet ska innehålla information om att besökarna skall utrymma och varför (Frantzich, 2001). Avslutningsvis rekommenderas att det automatiska brand- och utrymningslarmet kopplas direkt till SOS-larmcentral för att räddningstjänsten ska kunna inleda en snabbare insats. För vägledning av hur systemet skall utformas och skötas bör Brandskyddsföreningens skrift Regler för automatisk brandlarmsanläggning, SBF 110:6 användas.

12.3.5 Självstängande dörrar

Det skall installeras självstängande dörrar mellan A-, C- och E-salen och foajén samt för de dörrar som angränsar till trapphusen. Dörrarna skall ha magnetiska dörrhållare som är kopplade till brand- och utrymningslarmet för att kunna stängas automatiskt vid larm.

Denna åtgärd kommer hindra brandgasspridningen mellan foajén och A-, C- och E-salen samt den södergående korridoren och trapphusen. Det innebär att vid en brand i kapprummet eller på annan plats i eller i direkt anslutning till foajén kommer utrymningen från A-, C-, och E-salen säkerställas genom att folkmassan kan nyttja utrymningsvägarna direkt ut i det fria utan att utsättas för brandgaser från foajén. På samma sätt kommer utrymningen från ovanvåningen kunna ske genom de båda trapphusen om åtgärden genomförs.

Självstängande dörrar medför att brandgaserna kan begränsas till en del av byggnaden vilket ger en bättre utrymningsmiljö.

12.3.6 Dörrar i anslutning till trapphusen

Dörrar på andra våningen, som står i anslutning till trapphusen, skall självstängare installeras på. Åtgärden minimerar brandgasspridningen på andra våningen ifall en brand i eller i direkt anslutning till trapphusen uppstår.

12.3.7 Förbättrad vägledande markering för utrymning via farstun

En förbättrande åtgärd för utrymningen i samlingslokalen är att tydliggöra skyltningen till nödutgången i farstun. Speciellt när skjutväggen mellan A- och C-salen är fördragen är det svårt att se att det finns en utrymningsväg via farstun. Dörren i skjutväggen är svår att identifiera som utrymningsväg dessutom är utrymningsskylten är placerad ovanför dörren på cirka 3 meters höjd ovanför golvet.

Om en utstickande utrymningsskylt placeras på pelaren som skiljer skjutväggen åt är mycket mer sannolikt att utrymningsvägen kommer att användas. För att göra utrymningsvägen till farstun via skjutväggsdörren mer attraktiv bör dörrbeslaget tydliggöras med till exempel en reflexmarkering.

12.3.8 Skyltning på utrymningsdörrar

På de dörrar där skylten "Dörren är larmad mellan kl. 16.00-07.00" är uppsatt bör bytas ut till skylt med "Endast nödutgång". Om en dörr inte ger ett entydigt erbjudande, finns risk att utrymningsvägen väljs bort i en nödsituation. Detta kan till exempel ske om en utrymningsdörr utformas olämpligt eller en skylt med ett budskap att dörren ej får användas. Det ger ett dubbelt budskap som skapar en tolkningskonflikt hos en utrymnande person (Nilsson, 2010 Föreläsning).

12.3.9 Breddning av fönster i Rum 4

Den befintliga fönsteröppningen som utgör utrymningsväg ut på taket från Rum 4 bedöms ha en för liten bredd. Öppningen har en bredd av endast 46 centimeter, vilket medför stora svårigheter för framförallt äldre och övervikta personer att ta sig igenom. Fönstret som idag består av tre delar där mittdelen utgör utrymningsväg bör bytas till ett tvådelat fönster där den ena delen utgör utrymningsväg. Möjligheten att ta sig upp från golvet och ut igenom fönstret bör även förbättras. Detta görs lämpligen genom att installera trappsteg mellan golv och vägg. Avslutningsvis bör fönstret öppnas genom att föra fönsteröppnaren nedåt då det i dagsläget kontraintuitivt öppnas uppåt.

12.3.10 Byte av nödstege till trappa

För att underlätta utrymningen från taket bör en utrymningstrappa installeras. Då andelen äldre personer som nyttjar byggnaden är mycket stor, kan det ifrågasättas om en nödstege är ett fungerande hjälpmedel för att nå marken. Även svårigheten att nå sprinten för att lossa stegen, motiverar att en bättre lösning bör installeras.

12.3.11 Panikregel till utrymningsdörrar på Plan 1

De befintliga utrymningsdörrarna har olika varianter av beslag som är förhållandevis svåröppnade, till exempel öppnas vissa med vred. I BBR 5:342 rekommenderas att dörrar i utrymningsvägar bör vara lätta att öppna. Det innebär att de ska kunna öppnas genom att enbart trycka på dörren eller ett lättmanövrerat trycke. En panikregels egenskaper motsvarar detta allmänna råd och anses vara en rimlig åtgärd för att förbättra utrymningssituationen, även om BBR gäller vid nyproduktion eller ombyggnation.

12.3.12 Nödbelysning

Om strömmen bryts skall detta inte påverka utrymningen alltför mycket. Det kan vara värt att nämna att BBR 5:3712 ställer krav på nödbelysning i samlingslokaler och omedelbart ovanför utgångar ut till det fria. Dock gäller BBR bara vid nyproduktion eller ombyggnation men det är ett rimligt krav att ställa. Skulle strömmen brytas och ljuset slås av skulle förflyttningstiden bli väldigt lång och då tidsmarginalen redan är negativ anses det ej acceptabelt.

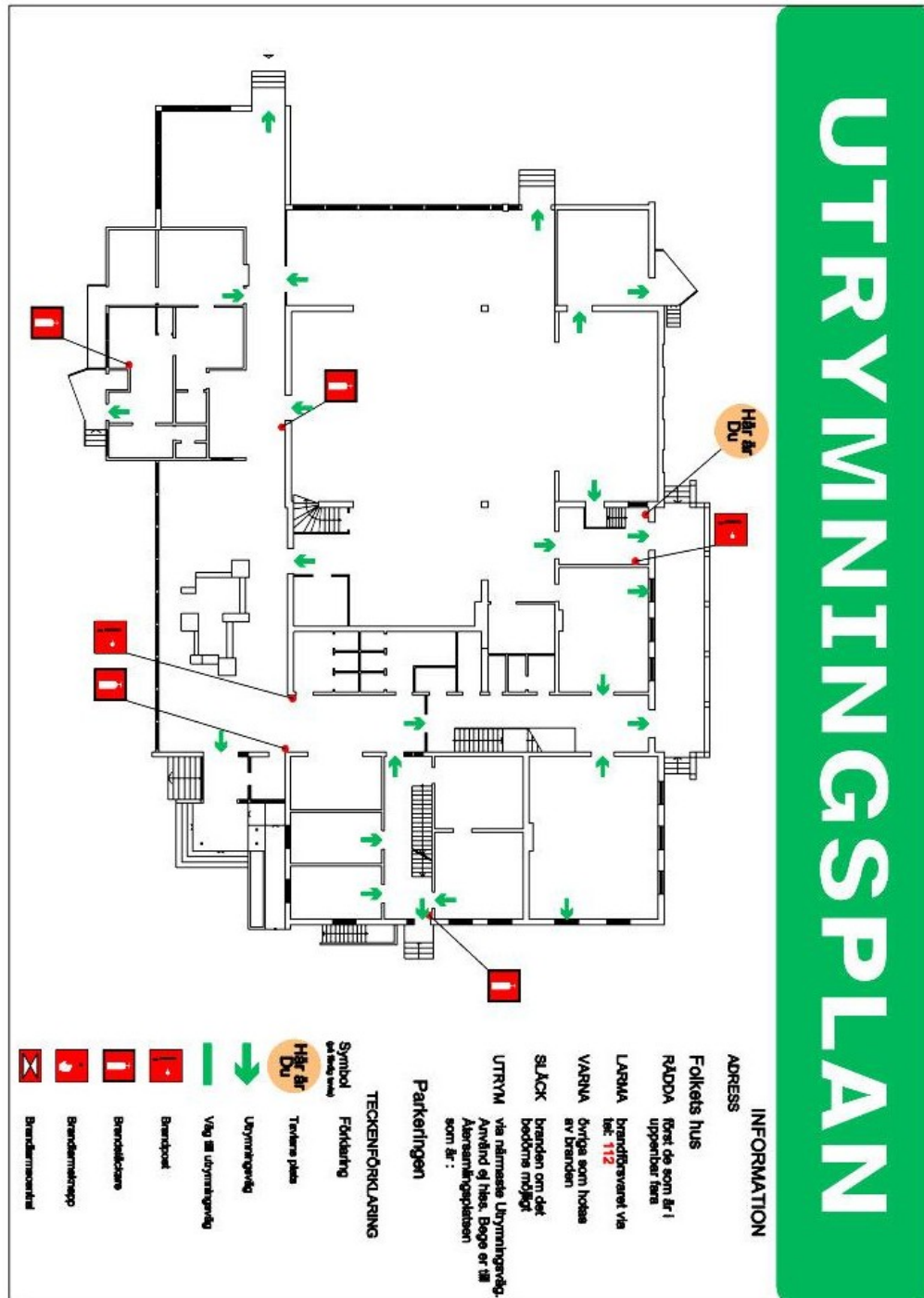
13. Litteraturförteckning

- Bai, X.S. (2008) *Turbulent Combustion*. Brandteknik, Lund Tekniska Högskola: Föreläsningssanteckningar.
- Boverket (2008) *Regelsamling för byggande, BBR*. Karlskrona: Edita Västra Aros AB.
- Boverket (2006) *Utrymningsdimensionering*. Huskvarna: NRS Tryckeri.
- Brandteknik (2005) *Brandskyddshandboken*. Rapport 3134, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola. Lund: Wallin & Dalholm
- Brandteknik (2010) *Simulering av utrymning* (Elektronisk)
Tillgänglig: <http://www.brand.lth.se/datorprogram/simulering_av_utrymning/> (2010-05-07)
- Bwalya A. C., Zalok E. & Hadjisophocleous E. (2007), *Design Fires for Commercial Premises – Results of Phase 2*. IRC-RR-236. Canada: Institute for Research in Construction
- Frantzich, H. (2001) *Tid för utrymning vid brand*. SRV Rapport P21-365/01. Karlstad: Räddningsverket
- Jensen, L. (1998) *Ventilationssystemet i system med branden och byggnaden*. Brandteknik, Lund Tekniska Högskola: Föreläsningmaterial
- Johansson, B. (2004) *Analys av utrymningssäkerheten vid brand hos nattklubben Underbar i Skellefteå*. Rapport 5135, Brandteknik, Lund Tekniska Högskola.
- Karlsson, B., Quintiere, J. G. (2000) *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton, CRC Press.
- Lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778)*
- Nilsson, D. (2007) *Datorsimulering av utrymning vid brand – inventering av tre angreppssätt*. Rapport 3142, Brandteknik, Lund Tekniska Högskola.
- Nilsson, D. (2010) *Bränder och människors beteende*. Brandteknik, Lund Tekniska Högskola: Föreläsningmaterial
- Pope, S. B. (2000) *Turbulent Flows*. New York: Cambridge University Press.
- SFPE (2002) *Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed.*, Massachusetts: National Fire Protection Association
- Svedala Kommun (2010) *Räddningstjänsten* (Elektronisk)
Tillgänglig: <http://www.svedala.se/var_kommun/raddningstjansten> (2010-05-07)
- Tu, J., Yeoh, G. H. & Liu, C. (2008) *Computational Fluid Dynamics*. Oxford: Elsevier.
- White, F. M. (2008) *Fluid Mechanics*. 6th ed. New York: McGraw-Hill.
- Walter W. Jones, Richard D. Peacock, Glenn P. Forney, Paul A. Reneke (2009) *CFAST* –

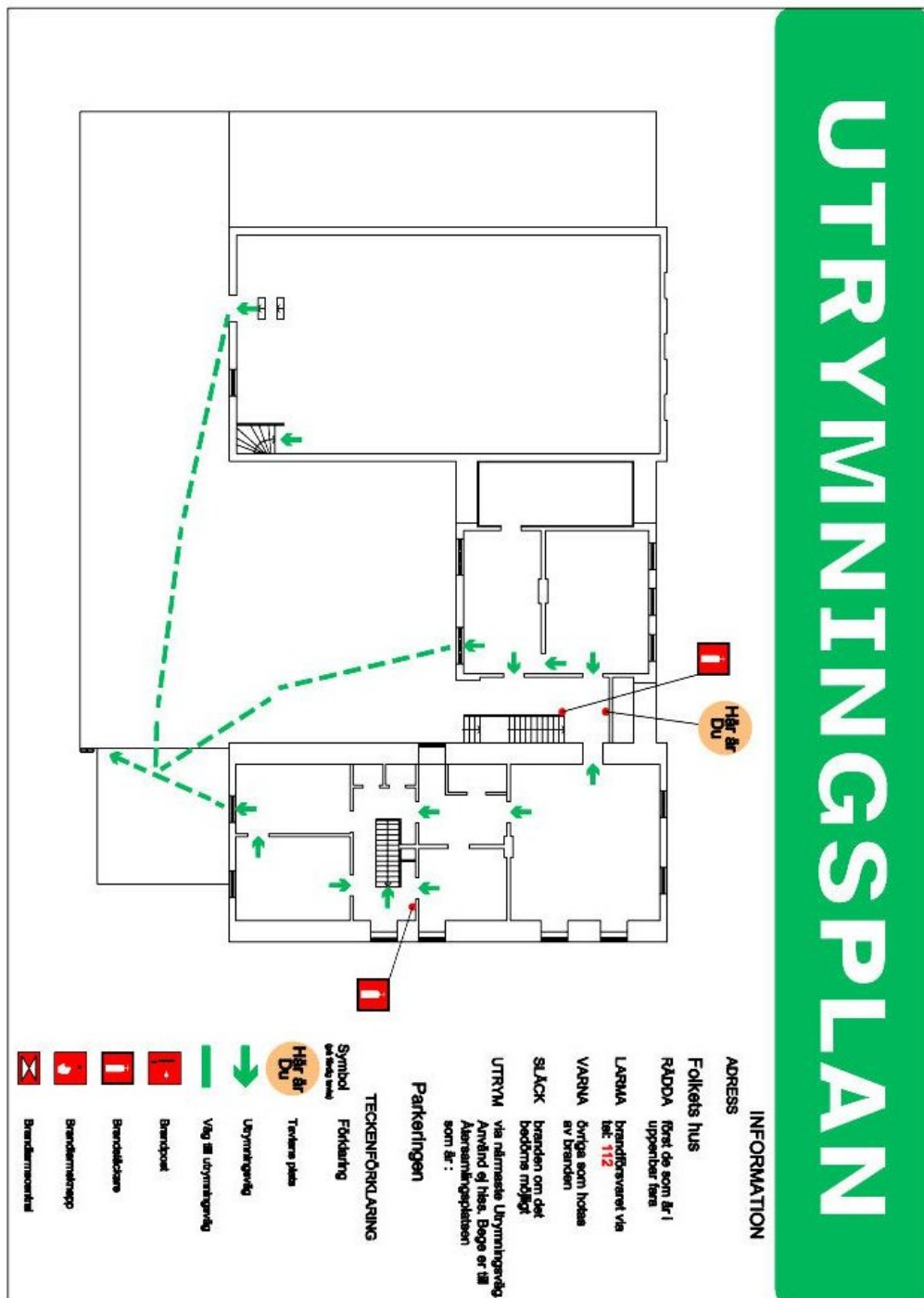
Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6) Technical Reference Guide, NIST

Glenn P. Forney (2010) *Smokeview (Version 5) - A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data Volume II: Technical Reference Guide*, NIST

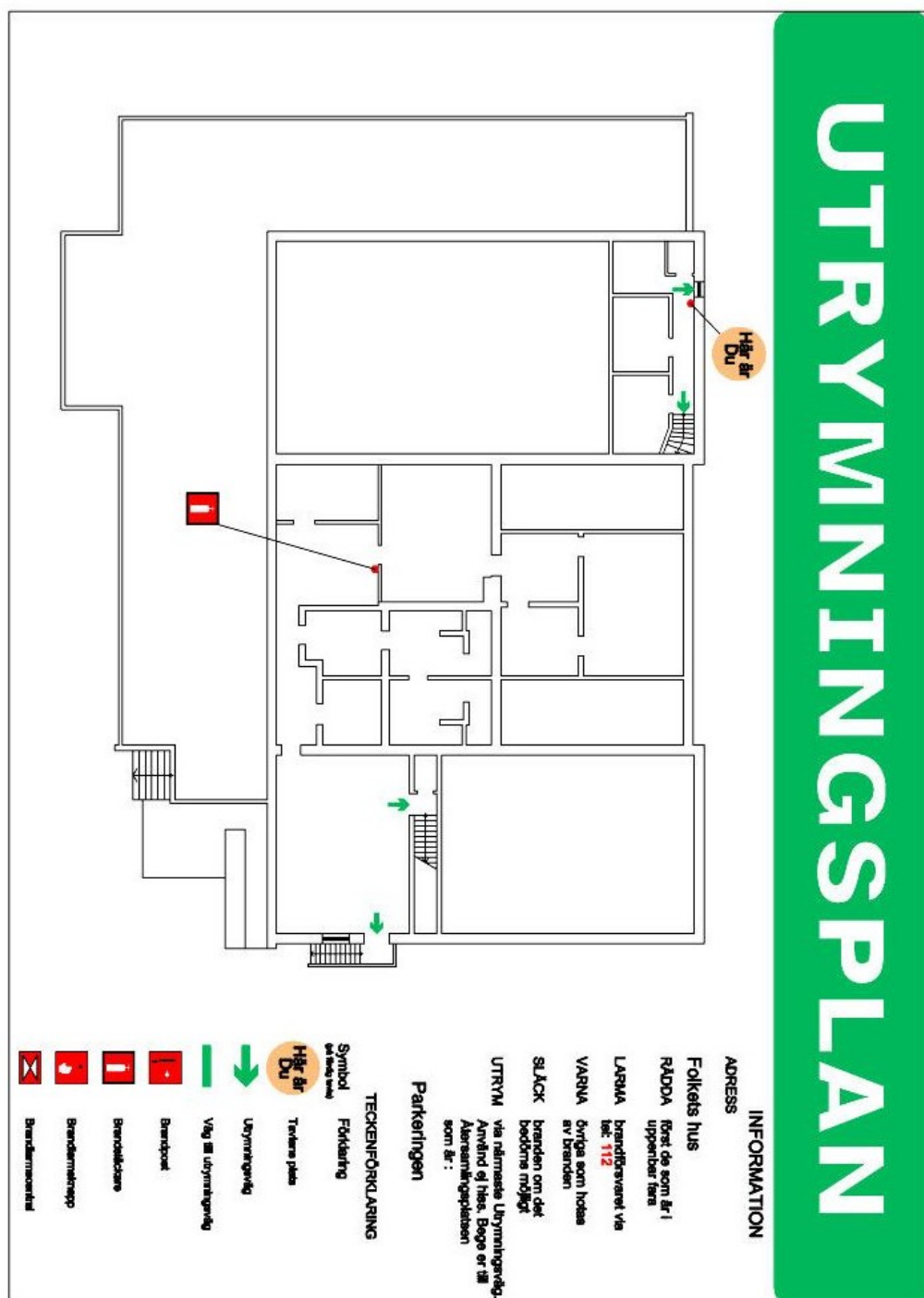
Bilaga A: Utrymningsplaner



Figur A1: Utrymningsplan och brandsläckares placering för plan 1.



Figur A2: Utrymningsplan och brandsläckares placering för plan 2.



Figur A3: Utrymningsplan och brandsläckares placering för källarplan.

Bilaga B: Systematiskt brandskyddsarbete (SBA)

Enligt 2 kap. 2§ i lag om skydd mot olyckor (2003:778) skall ett brandskydd upprätthållas i skälig omfattning. Allmänna råd om vad ett skäligt brandskydd innefattar ges i SRVFS 2004:3. SBA innebär att både fastighetsägare och rådande verksamhet har ett enskilt, aktivt ansvar för brandsäkerheten. Enligt Brandskyddshandboken bör följande delar ingå:

Policy och ansvar: Riktlinjer för brandskyddsarbete och ansvarsfördelning mellan verksamheten och fastighetsägaren skall dokumenteras. Vanligtvis ansvarar fastighetsägaren för det brandskydd som är rent byggnadstekniskt medan verksamhetsansvarig ofta har ansvar för lös inredning och första insats.

Beskrivning av brandskyddet: En dokumentation av det befintliga brandskyddet är ett underlag för hur det systematiska brandskyddet och brandskyddsåtgärder skall skötas korrekt. Till exempel rutiner för brandskyddsritningar, byggnadstekniskt brandskydd, brandtekniska installationer och grundläggande strategier och principer.

Risker och åtgärdsplan: En riskanalys med avseende på personsäkerhet och egendom bör göras och dess omfattning beror på byggnadens komplexitet och risknivå. Risker identifieras och deras sannolikhet och konsekvens beräknas/uppskattas. Riskerna delas sedan in i olika risknivåer och hur de skall prioriteras. En åtgärdsplan utser sedan en ansvarig person som inom given tidsram och givna instruktioner skall åtgärda risken.

Organisation: Brandskyddsorganisation skall finnas i både skadeavhjälpande och skadeförebyggande syfte. Skadeavhjälpande organisation skall vid brand klargöra vem som ansvarar för vad, medan skadeförebyggande klargör vilka som ansvarar för underhåll, kontroll och utbildning vid normal drift. En brandskyddsansvarig skall utses för varje verksamhet.

Kontroll- och underhållsrutiner: För att brandtekniska installationer skall vara funktionsdugliga krävs underhåll och kontroll av dessa. Det kan vara allt från regelbunden kontroll eller revisionsbesiktningar till att personal i verksamheten själva är observanta och "felsöker" sin arbetsplats. Krav på underhåll finns i BBR 2:4.

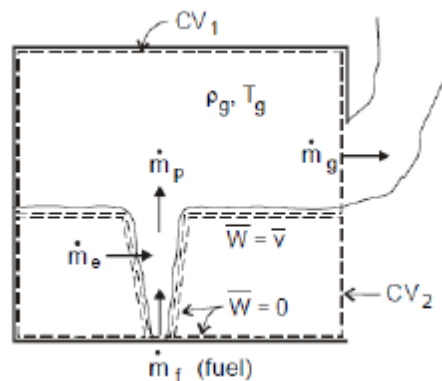
Instruktioner, regler och rutiner: För att brandskyddsarbetet skall fungera krävs tydliga instruktioner till de som har fått ansvarsområden som är kopplade till skadeförebyggande och skadeavhjälpande åtgärder. Även instruktioner till säkerhetsbolag eller de som utför tillfälligt arbete. Det krävs också att regler sätts för potentiella brandinitierare såsom rökning, eldstäder, levande ljus och heta arbeten med mera. Dessutom skall rutiner finnas för hur tillbud rapporteras och hur utrymning och larmning sker till SOS.

Utbildning, information och övning: Information vad beträffar ovanstående punkter måste nå samtliga berörda och dessa måste även få tillräckligt med övning och utbildning för att klara av sin uppgift. Det kan gälla insatsplaner för räddningstjänsten, utrymnings- och släckövningar. Information om till exempel utrymningsrutiner måste även gå ut till de som befinner sig tillfälligt i fastigheten. Detta kan göras genom utrymningsplaner eller en säkerhetspresentation.

Bilaga C: Simuleringsprogram

C.1 Zonmodeller

Den mest förekommande zonmodellen kallas för tvåzonsmodellen och används bland annat av simuleringsprogrammen CFAST och Argos. Tvåzonsmodellen delar, som namnet avslöjar, upp utrymmen i en övre och undre zon, se figur X1. Varma gaser rör sig uppåt på grund av densitetsskillnad och representerar i modellen en varm övre zon och den förhållandevis kalla och rena luften undertill utgör en kall nedre zon. Modellen gör förenklingen att alla fysikaliska data, såsom temperatur och tryck är identiska inom en given zon. Kontinuitetsekvationer används sedan för till exempel mass- och energiberäkningar i zonernas gränssnitt med hjälp av kontrollvolym. Själva branden tillför energi och massa vilket i modellen beskrivs med en plym som transporterar gas och energi till den övre zonen. Plymens volym antas vara liten i förhållande till de två zonernas volym. Hur transport och produktion av heta brandgaser fungerar beskrivs i sin tur på submodeller, vilka inte beskrivs mer ingående här.



Figur C1: Schematisk bild över tvåzonsmodellen tagen från EFD.

Det krävs mycket träning och erfarenhet för att kunna hantera program som använder denna typ av modellering. Det är lätt att göra fel och hamna utanför programmets begränsningsramar vilket gör det extra viktigt att ha goda grundläggande kunskaper om de ekvationer som programmet bygger på. Nedan är en lista på några av dessa antaganden med en kort kommentar om vilka problem det kan resultera i.

Gaserna anses vara ideala och välförblandade i de båda lagren och har inbördes samma temperatur och densitet. Ingen, eller liten blandning mellan lagren tillåts. Problem kan uppstå eftersom temperaturdifferens krävs för tvåzonsskiktning. Långt bort från branden eller då branden är liten i förhållande till rumsvolymer fungerar modellen dåligt.

Modellen kan bara beskriva enkla rumsgeometrier då utrymmen alltid beskrivs som rätblock. Tvärsnittsarean antas alltså vara konstant med höjden. Avvikande geometrier får kompenseras för med ingenjörsmässig eftertanke. Antalet rum är oftast begränsat till 3-6 stycken och ju längre bort från branden simuleringen sker, desto sämre giltighet.

Luftflödena i utrymmet måste styras utav själva branden alltså bör tvåzonsmodell ej användas vid kraftig mekanisk ventilation. Modellen bortser också från de friktionskrafter som påverkar en gas då den transporteras ut med till exempel väggar och tak.

Själva brandmodelleringen är inte speciellt rigorös. Ingen hänsyn tas till form eller flamhöjd. Beräkningen av själva branden bygger på data för massavbrinning kopplat till avgiven energi samt höjden i rummet. Värmeförluster till föremål i rummet tas ej med i beräkningar. Däremot sker värmetransport till byggnadens väggar, golv och tak.

Resultatet beror till stor del på vilka submodeller som används för bland annat massavbrinning, ventilations- och plymflöden. Dessa submodeller har i sin tur begränsningar och förenklingar och det är därför viktigt att veta vilka submodeller datorprogrammet använder.

Modellen tar ingen hänsyn till transporttid. Det vill säga plymflödet från brandkällan når direkt den övre zonen och den övre zonens höjd ändras momentant över hela övre zonen.

C2. CFAST

CFAST (Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transfer) är ett av de vanligaste programmen i brandkonsultvärden och används för transienta tvåzonsberäkningar för spridning av brandgaser i en byggnad vid en given brand. Programmet har möjlighet att simulera flera olika rum och utdata presenteras i form av grafer för till exempel effektutveckling, temperatur och strålning över tid. Programmet använder ett stort antal givna modeller för att försöka återskapa de fysikaliska och kemiska system som representerar ett brandscenario. Det är därför viktigt, att som tidigare skrivet, att förstå ingående ekvationer/modeller och dess begränsningar samt att använda ett ingenjörsmässigt tänkande. Programmet är utvecklat av NIST och är ursprungligen framtaget för att simulera bränder i boendemiljö. Då byggnadsgeometrier går alltför långt från denna typ av byggnad är kvaliteten oftast begränsad.

C.3 CFD - teori

All strömning, bland annat brandgasspridning vid brand, kan beskrivas med hjälp av Navier-Stokes ekvationer. Dessa partiella, olinjära differentialekvationer av andra ordningen saknar analytisk lösning för andra än de mest grundläggande strömningsfall (White, 2008). För lösning av mer komplicerade strömningsproblem numeriska metoder användas, tillvägagångssättet heter Computational Fluid Dynamics (CFD).

C.3.1 Finita volymmetoden

Den i särklass mest använda metoden för approximering av partiella differentialekvationer med algebraiska uttryck och lösning av desamma inom CFD är finita volymmetoden (FVM). Den går ut på att dela upp den undersökta volymen i ett visst antal element och tillämpa systematiskt ekvationerna för bevarande av massa, energi och rörelsemängd. Om inte några vidare approximationer görs kallas metodiken direkt numerisk simulering (DNS). Den är dock ytterst opraktisk i de flesta fall på grund av fenomenet turbulens som är mycket vanligt för praktiska strömningsfall.

C.3.2 Förbränning

Eftersom förbränning av till och med de enklaste bränslen sker som en följd av hundratals elementära reaktioner, måste den behandlas på ett förenklat sätt, ofta genom att endast utgå ifrån den globala förbränningsreaktionen.

C.3.3 Turbulens

Turbulens kan bestå av virvlar av olika storlekar där de minsta kan ha en diameter i storleksordningen mikrometer (Karlsson & Quinteire, 2000). För exakt modellering skulle det krävas element av motsvarande storlek och följaktligen ett alltför stort antal element. Det omöjliggör behandling av praktiska strömningsproblem med DNS. Därför måste inverkan av turbulens modelleras med förenklade fysiska modeller. Det kan göras genom att lösa strömningsfältet för medelvärden av de turbulenta, fluktuerande kvantiteterna (som temperatur och hastighet) och kvantifiera inverkan av turbulensen. Denna metod kallas RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes). LES (Large Eddy Simulation) är en annan metod att hantera turbulensens förenklat och går ut på att köra DNS på de större turbulenta skalor och modellera inverkan av de mindre inte helt olik RANS.

C.3.4 Strålning

Strålningens roll vid branden är dels kopplad direkt till strålning från flammen, dels återstrålning från de heta brandgaserna. Båda kan sprida branden och dessutom påverka utrymningen negativt då de som utrymmer kommer i kontakt med intensiv värme. De styrande ekvationerna för strålning är kända men deras kombinerade integrala och differentierade karaktär gör dem kapacitetskrävande att handskas med ens i endimensionella beräkningar (Karlsson & Quinteire, 2000). Problemet brukar lösas genom att förenkla de styrande ekvationer och lösa strålningen endast i ett visst antal diskreta riktningar.

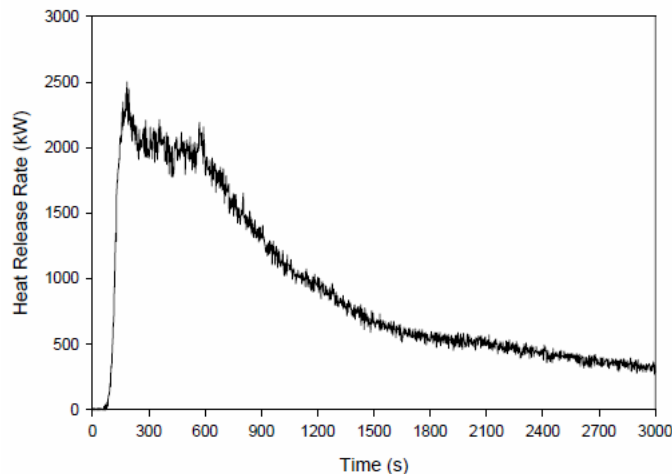
C.3.5 Flamspridning

Flamspridningen kommer att påverkas av strålningen mot materialet, konvektion, värmeledning i materialet och de elementära reaktioner som beskriver pyrolysen. Följaktligen kommer tidigare modeller och approximationer begränsa kvalitén av även den förenklade modelleringen av flamspridningen. På liknande sätt kommer de övriga fenomen påverka varandra, t.ex. kommer turbulensen påverka förbränningen i flammen och vice versa (Bai, 2008).

Bilaga D: Effektutveckling för scenario 1

I denna bilaga redovisas hur uppskattad effektutveckling i förrådsbranden är framtagen. Branden är uppbyggd av tre superponerade effektkurvor från tidigare brandförsök med liknande förutsättningar.

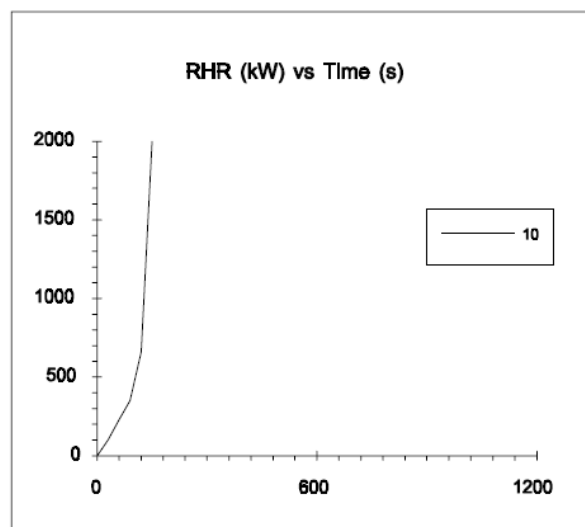
Ett förråd innehållande diverse bråte om 200 kg har vid försök haft effektutvecklingskurva enligt grafen i figur D1 (Bwalya, Zalok & Hadjisophocleous, 2007).



Figur D1: Effektutveckling vid förrådsbrand (Bwalya, Zalok & Hadjisophocleous, 2007).

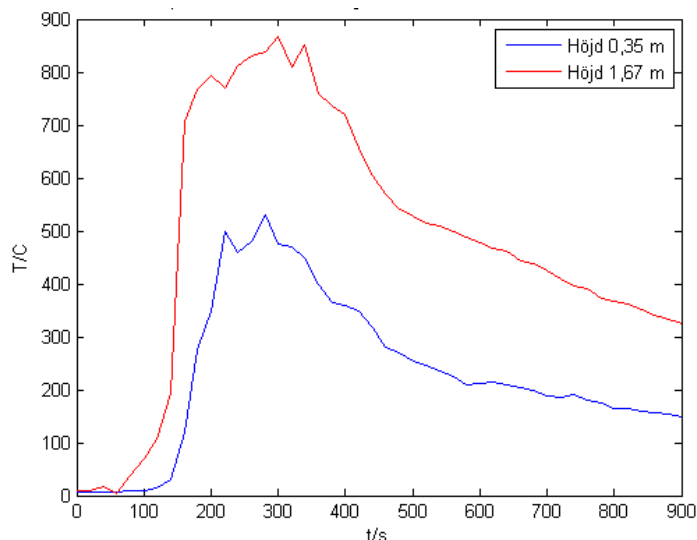
Försöksuppställningen skilde sig från förrådets geometri, främst med avseende på öppningen. Vid försöket ovan var förrådsdörren vidöppen, något som den inte förväntas vara i vårt scenario. Att välja detta som utgångsläge är emellertid ett konservativt antagande eftersom effektutvecklingen blir högre.

Brandexperiment i utrymmen med en viss vägbeklädnad är ganska vanligt inom brandforskning vilket underlättar framtagningen av en dimensionerande effektutveckling. Effektutveckling för ett rum med måtten 2,4 x 3,6 x 2,4 m, med tre väggar och tak beklätt med träpanel, kan vara enligt följande figur D2.



Figur D2: Fullskaleförsök, ytskikt träpanel (Särdqvist, 1993).

I ett annat brandförsök, utfört i kursen branddynamik vid LTH, i vilken bland andra en av gruppens medlemmar deltog, uppmättes temperaturer på två olika höjder i en container beklätt på insidan med spånskivor. Försöket resulterade i figur D3.



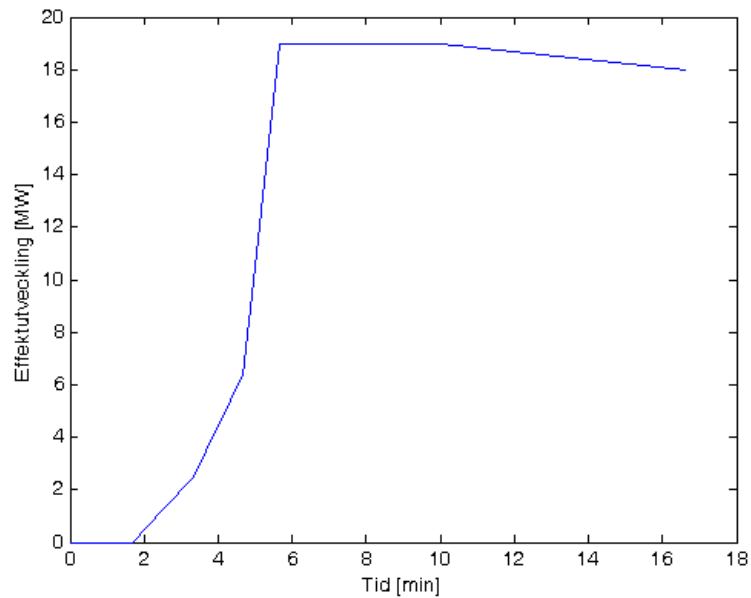
Figur D3: Temperaturen i övertändningscontainer som funktion av tiden.

Båda försöken visar att 3 minuter kan anses som rimlig tid för branden att nå maximal effektutveckling i liknande geometrier.

Vid försöket i övertändningscontainern, se figur D3, beräknades ingen effektutveckling, medan Särdaqvists försök, se figur D2, inte är helt lämpligt på grund av stor skillnad i volym. Utrymmet under läktaren har volymen 105,6 m³ (10,4 x 3,5 x 2,9) medan containern har volymen 20,7 m³ (2,4 x 3,6 x 2,4). Dessa grafer är därför inte lämpliga för att uppskatta brandens maximala effektutveckling. Den maximala effektutvecklingen kan dock uppskattas då trä brinner med maximalt 200 kW/m² (SFPE, 2002). I det fallet skulle det ge en maximal effektutveckling på 19 MW efter cirka 300 sekunder.

Eftersom det vid det här laget har gått mer än 5 minuter och förhållandena i brandlokalen antagligen är kritiska så anses vidare beräkning av brandutveckling inte särskilt intressant ur utrymningssynpunkt. Samtidigt finns det stora osäkerheter i hur läktarens brandförlopp skulle se ut. Det har förvisso gjorts fullskaleförsök på läktare, men fränsett olikheter i geometri och möblemang så är läktarbranden en delbrand av ett större mer komplicerat brandförlopp. Dock kan konstateras att det finns förutsättningar för fortsatt brand i läktaren och biografstolarna som finns där.

Genom att anta att branden under läktaren börjar tillväxa utan förbrinningstid när branden når sin högsta effekt, kan den totala effektutvecklingskurvan som summan av de enskilda effektutvecklingarna tas fram. I figur D4 presenteras den representativa effektutvecklingen i en graf.



Figur D4: Framtagen effektutveckling för förrådsbrand i A-salen.

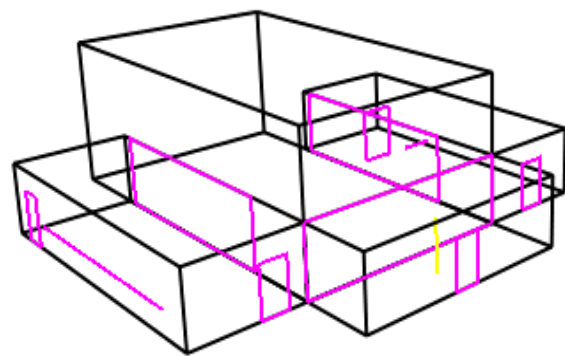
Bilaga E: Simulering scenario 1 – förrådsbrand i A-salen

E.1 Geometri

För att underlätta simulering har utrymmet under läktaren, där branden uppstår, flyttats utanför A-salen. Det är viktigt för rökfyllnadsmodeller att volymen bibehålls. A-salens längd förkortas därför i simuleringen med 1,5 meter för att kompensera för denna volym. Ingen hänsyn har tagits till scenens höjd då den inte antas påverka rökgasfyllnaden nämnvärt före det att brandgaslagret ligger väldigt lågt. Utgångar till kaféet och foajén är för enkelhets skull kopplade till en representativ volym som motsvarar foajéns och kaféets totala volym. Den representativa volymen skall stå för tillgänglig luft och uppsamling av brandgaser. I tabell E₁ anges de dimensioner som har använts vid simulering och i figur E₁ redovisas geometrin grafiskt.

Tabell E₁: Dimensioner av rum i CFAST.

Rum	Bredd (m)	Djup (m)	Höjd (m)
A-Sal	10	18	6.5
C-Sal	5	14	3
E-Sal	5	14	3
Brandrum	10	3.5	3
Rep. Vol.	15	10	3



Figur E₁: Bild av geometrin i CFAST.

E.2 Öppningar

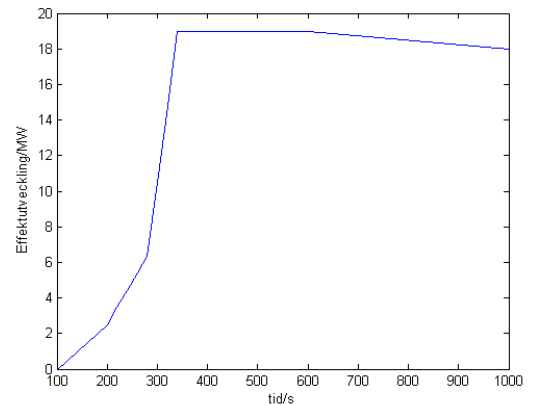
Stängda öppningar och fönster beräknas ej vara helt täta och motsvaras därför av en 0.02 m hög springa på fönstret, eller dörrens, lägsta höjd medan bredden bibehålls. Samtliga dörröppningar är i simuleringen 1.2 x 2.1 m förutom de båda skjutdörrarna som är 10 x 3 m breda. Fönstren i E-salen representeras av en 10 m lång springa. Fönstret uppe vid läktaren i A-salen är 1.2 m brett. Den representativa volymen har två dörrar till det fria vilka motsvarar huvudentrés samt kaféets dörr med en yta på 2.4 x 2.1 m respektive 1.2 x 2.2 m. Alla övriga öppningar har och läckage har bortsetts ifrån. Geometrin förutom representativa volymen redovisas i figur B₁ ovan. I samtliga simuleringar har fönster beräknats gå sönder vid 300 grader eller vid ett tryck på 2000 Pa. Alla innerdörrar förväntas vara öppna. Öppningarna redovisas även dem i figur E₁.

E.3 Branden

För att undersöka hur effektutveckling, tryck och höjd på brandgaslager påverkas av öppningar har den framtagna effektutvecklingskurvan i bilaga A representerat själva branden. Genom att sedan simulera uppställningar med helt stängda eller helt öppna ytterdörrar fås en uppfattning om hur syretillgången påverkar branden. Själva brandkällan är placerad i mitten av brandrummet och själva simuleringstiden är satt till 500 sekunder. I tabell E₂ på följande sida finns en lista på brandens indata och framtagna effektutveckling redovisas i figur E₂.

Tabell E2: Ingångsdata för branden i CFAST.

Material:	Softwoods (fir, pine 3/4 in)
Heat of combustion:	18000 kJ/kg
Molar mass:	0.016 kg/mol
Heat of Gasification:	0 kJ/kg
Total mass:	10000 kg
Radiative Fraction:	0.3
CO/CO ₂ :	0.02
C/CO ₂ :	0.012
H/C:	0.14

**Figur E2:** Effektutveckling som en funktion av tiden. Denna effektutveckling plottades in i CFAST.

E.4 Diskussion

Ett stort antal öppningar är inte är medtagna i simuleringen men då det visat sig att det finns tillräckligt med syre anses förfarandet godkänt. Till detta kan nämnas att det är extra känsligt om ytterdörren uppe vid läktaren är öppen eller ej då stora mängder brandgaser kan ventileras ut därigenom. Den dörren förväntas dock alltid vara stängd och det är ett mer konservativt antagande att låta den vara det. Då temperaturen i det övre brandgaslagret når 250-300 grader bör t.ex. utsatta trä- och textilföremål i takhöjd antändas och glastrutor gå sönder. Detta sker dock tidigast efter ca 270 sekunder i datorsimuleringarna. Då är brandgaslagret redan är så lågt att kritiska förhållanden har uppstått.

Det kommer i verkligheten bildas en balkongplym men denna effekt bortses ifrån i simuleringen. Balkongeffekten skulle resultera i ett större luftinsug och därmed större brandgasproduktion men också kallare brandgaser. Dock anses framtagen effektkurva redan vara konservativ vad beträffar mängden producerade brandgaser.

E.5 Indatafil

E.5.1 Försök 1a

```
VERSN,6,CFAST Simulation
!!
!!Environmental Keywords
!!
TIMES,500,-50,0,10,10
EAMB,293.15,101300,0
TAMB,293.15,101300,0,50
CJET,WALLS
CHEMI,10,393.15
WIND,0,10,0.16
!!
!!Compartment keywords
!!
COMPA,A-SAL,10,18,6.5,5,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,C-SAL,5,14,3,15,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,E-SAL,5,14,3,0,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,Brandrum,10,3.5,3,5,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
COMPA,BULK,15,10,3,30,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM
!!
!!vent keywords
!!
HVENT,4,1,1,10,3,0,1,0,0,1,1
HVENT,1,3,1,10,3,0,1,3.5,0,4,1
HVENT,1,2,1,10,3,0,1,3.5,0,2,1
HVENT,4,5,1,1.2,2.1,0,1,4.4,0,1,1
HVENT,3,5,1,1.2,2.1,0,1,3,0,1,1
HVENT,3,6,1,1.2,2.1,0,1,12,0,4,1
HVENT,2,5,1,1.2,2.1,0,1,2,0,1,1
HVENT,5,6,1,2.4,2.1,0,1,4,0,1,1
HVENT,5,6,2,1.2,2.1,0,1,2,0,1,1
HVENT,1,6,1,1.2,4.52,4.5,1,5,0,1,0
HVENT,1,6,2,1.2,4.52,4.5,1,3,0,1,0
HVENT,3,6,2,10,1.02,1,1,1.5,0,4,1
EVENT,H,1,6,1,300,1,1
EVENT,H,1,6,2,300,1,1
!!
!!fire keywords
!!
OBJECT,Brandrum,4,5,1.75,0,1,1,0,0,0,1
```


E.5.2 Försök med fast-tillväxt

VERSN,6,CFAST Simulation

!!

!!Environmental Keywords

!!

TIMES,500,-50,0,10,10

EAMB,293.15,101300,0

TAMB,293.15,101300,0,50

CJET,WALLS

CHEMI,10,393.15

WIND,0,10,0.16

!!

!!Compartment keywords

!!

COMPA,A-SAL,10,18,6.5,5,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM

COMPA,C-SAL,5,14,3,15,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM

COMPA,E-SAL,5,14,3,0,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM

COMPA,Brandrum,10,3.5,3,5,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM

COMPA,BULK,15,10,3,30,0,0,GYPSUM,OFF,GYPSUM

!!

!!vent keywords

!!

HVENT,4,1,1,10,3,0,1,0,0,1,1

HVENT,1,3,1,10,3,0,1,3.5,0,4,1

HVENT,1,2,1,10,3,0,1,3.5,0,2,1

HVENT,4,5,1,1.2,2.1,0,1,4.4,0,1,1

HVENT,3,5,1,1.2,2.1,0,1,3,0,1,1

HVENT,3,6,1,1.2,2.1,0,1,12,0,4,1

HVENT,2,5,1,1.2,2.1,0,1,2,0,1,1

HVENT,5,6,1,2.4,2.1,0,1,4,0,1,1

HVENT,5,6,2,1.2,2.1,0,1,2,0,1,1

HVENT,1,6,1,1.2,4.52,4.5,1,5,0,1,0

HVENT,1,6,2,1.2,4.52,4.5,1,3,0,1,0

HVENT,3,6,2,10,1.02,1,1,1.5,0,4,1

EVENT,H,1,6,1,300,1,1

EVENT,H,1,6,2,300,1,1

!!

!!fire keywords

!!

OBJECT,Brand - Fast,4,5,1.75,0,1,1,0,0,0,1

Bilaga F: Handberäkningar

F.1 Rökfylldnad vid brand i A-salen

Syftet med handberäkningar på rökfylldnad är att verifiera brandgaslagrets höjd som funktion av tid beräknad vid CFAST-simuleringar.

F.1.1 Antaganden och begränsningar

Modellen som kommer användas för att beräkna brandgaslagrets höjd är en tvåzonsmodell som bygger på följande vidare antaganden:

- Brand som punktkälla
- Förhållandevis liten temperaturstegring i brandgaserna så att den varierande brandgastemperaturen kan ersättas med ett medelvärde
- Ingen värmeledning från de varma brandgaserna till geometrin
- Ingen utventilering av brandgaserna
- Ingen tryckuppbyggnad i lokalen

Antaganden leder till en del begränsningar. Relativt liten temperaturstegring i brandgaserna kräver att effektutvecklingen i förhållande till volymen inte är alltför stor. Eftersom värmeledningen försummas kommer de beräknade temperaturer vara överskattade. Ju mer tid det har förflutit desto större denna överskattning och desto mindre modellens noggrannhet.

I handberäkningen kommer dessutom scenen och grannsalarna approximeras bort. Inverkan bedöms som liten då öppningar är mycket lägre än höjden till taket.

F.1.2 Beräkning

Brandgaslagrets höjd som funktion av tiden kommer ges av följande uttryck:

$$z = \left(k \frac{\alpha^{1/3}}{S} \frac{2t^{(1+n/3)}}{n+3} + \frac{1}{H^{2/3}} \right)^{-3/2} \quad (\text{F1})$$

Där k definieras som:

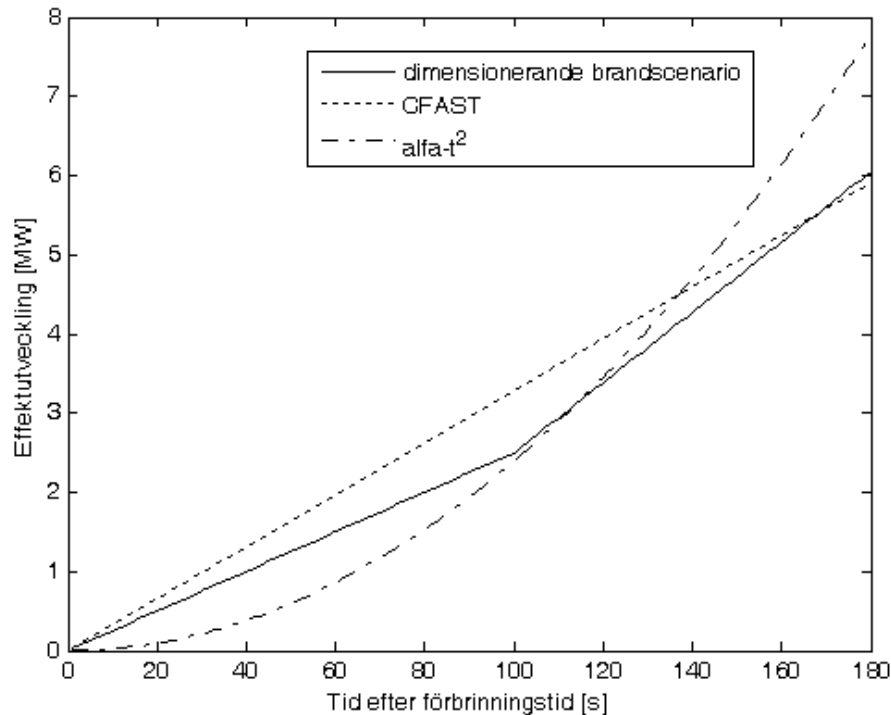
$$k = \frac{0,21}{\rho_g} \left(\frac{\rho_a^2 g}{c_p T_a} \right)^{1/3} \quad (\text{F2})$$

Brandgasdensitet i ekvationen (F2 ovanför) antas och med det beräknade brandgaslagerhöjden kan framräknas ett ρ_g som uppfyller energiekvationen som koll för att den initiella gissningen är ungefär rätt. Genom att upprepade gånger använda sig av det med ekvationen (F3 nedanför) framräknade ρ_g som startgissning kan mycket noggrann överensstämmelse mellan värdena erhållas redan efter ett par sådana iterationer.

$$\rho_g = \rho_a \left(1 - \frac{\alpha t^{n+1}}{353(n+1)(H-z)Sc_p} \right) \quad (\text{F3})$$

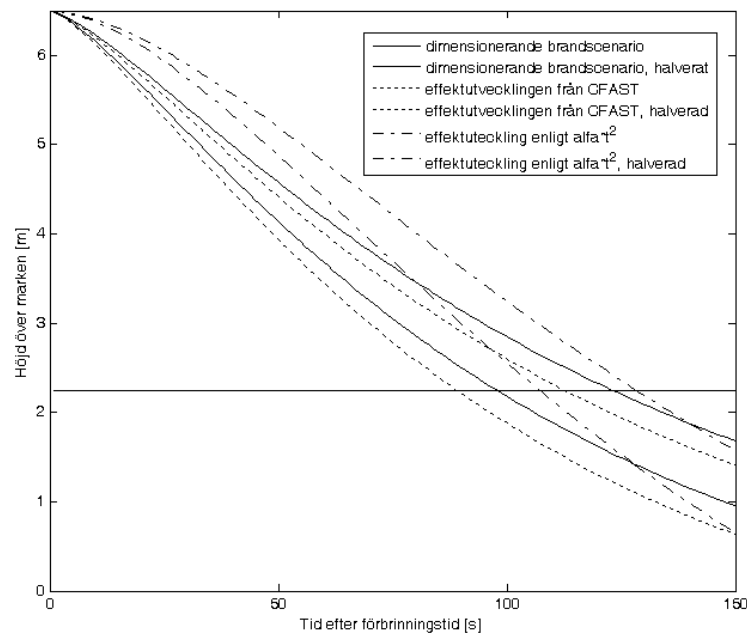
F.1.3 Resultat

De i CFAST genomförda simuleringar utgick ifrån ett antal effektutvecklingskurvor, se figur F1. I brandens tillväxtfas vid tidpunkter då kritiska höjder på brandgaslager observerades sammanföll de fyra kurvorna parvis varför endast två handberäkningar fordrades.



Figur F1: De tre i handberäkningen använda effektutvecklingarna

Tre effektutvecklingskurvor används dock vid denna handberäkning för att se hur mindre avvikelser i tillväxten påverkar resultatet. Dessa är det representativa brandscenariot, effektutvecklingar från CFAST och en at^2 -effektutveckling som approximativt beskriver tillväxtfasen i stort, se Figur X ovanför. För dessa tre brandtillväxt blir tider (inklusive förbrinntid) till den kritiska höjden på 2,2 m mellan 190 och 210 sekunder att jämföra med 225 från CFAST. För halverade effektutvecklingar ligger motsvarande tider mellan 210 och 230 sekunder att jämföra med 235 från CFAST, se Figur F2 nedanför. Märk att såväl denna som föregående figur visar tid efter förbrinningstid på x-axeln. De mest avvikande värden observeras för at^2 -effektutveckling vilket är inte konstigt med tanke på att denna inte efterliknar väl det representativa brandscenariot som är sammansatt av linjära kurvor, speciellt underskattas effekten mycket i början.



Figur F2: Brandgaslagerhöjd som funktion av tid efter förbrinningstid för tre olika brandeffektutvecklingar samt deras halverade värden (brandgaslagerhöjd för halverad utveckling alltid överst).

Överensstämmelse med de i simuleringar beräknade värdena är god. Tider till brandgaslagrets kritiska höjd från simuleringar är längre än de handberäknade vilket är naturligt med tanke på att brandgaser också transporteras till grannsalarna efter att ha nått höjden 3 m.

F.2 Sikt

Om det antas att ingen brandgasskiktning inträder utan förhållandena är välomblandade kan sikten beräknas analytiskt för en viss massa brunnat material med given rökpotential. Omvänt kan även beräknas hur mycket material behöver förbrännas för att specifika siktförhållanden i lokalen ska inträffa.

Den kritiska sikten på 10 meter motsvarar en optisk densitet i enlighet med:

$$D_L = \frac{\ln 10}{10} = 0,2303 \text{ (F4)}$$

Om det antas att bränsle utgörs av trä med rökpotential på 0,039 m²/g (Drysdale, 1999), kan massa brunnat material som ger sikten 10 meter beräknas ur:

$$m = D_L \frac{V}{D_0} = 7,4 \text{ kg (F5)}$$

Om effektiv förbränningsentalpi antas till 17 MJ/kg (Karlsson & Quintiere, 2000) motsvarar denna massa 127,2 MJ utvecklad energi. Tiden det tar att utveckla denna energi kan beräknas med kännedom om effektutveckling som funktionen av tiden:

$$Q = \int_0^t \dot{Q} dt$$

Ur ovanstående kan t lösas ut och det visar sig att det vid väl förblandade förhållanden tar 200 sekunder för sikten att bli kritisk. I själva verket är inte förhållandena väl omblandade och då kritiska förhållanden nås endast 20 sekunder innan brandgaslagret når kritisk höjd anses att det är brandgaslagrets höjd som avgör när siktkriteriet blir kritiskt.

Bilaga G: Resultat scenario 1

I graferna nedan finns olika försök redovisade med beteckningarna 1a, 1b, 2a och 2b. Dessa är enligt följande:

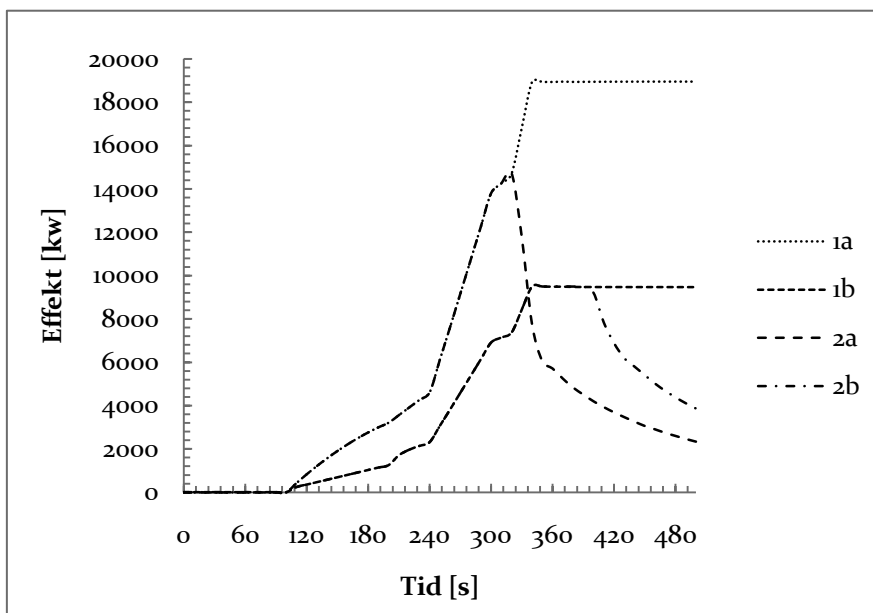
Försök 1a: Alla inner- och ytterdörrar i är öppna förutom läktarens dörr. Fönster är stängda.

Försök 1b: Som försök 1a med halverad effektutveckling.

Försök 2a: Alla innerdörrar är öppna. Ytterdörrar och fönster är stängda.

Försök 2b: Som försök 2a med halverad effektutveckling.

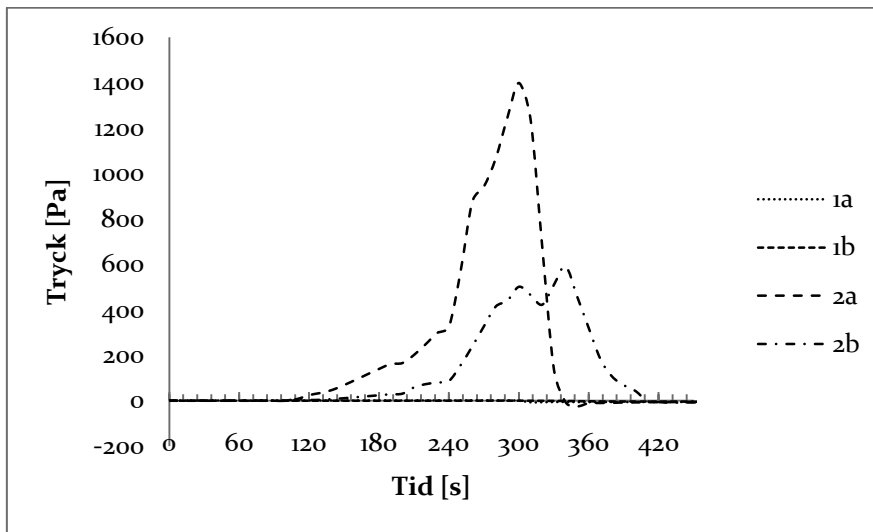
G.1 Effektutveckling



Figur G1: Effektutveckling från simulering i CFAST.

Grafen i figur G1 ovan visar att branden förblir bränslekontrollerad under de första 5 minuterna oavsett om ytterdörrarna är öppna eller ej. Det gäller både framtagen effektutveckling och en halverad effektutveckling. Med fördragen skjutdörr till C-salen förblev branden bränslekontrollerad och följer grafen ovan under de första 5 minuterna.

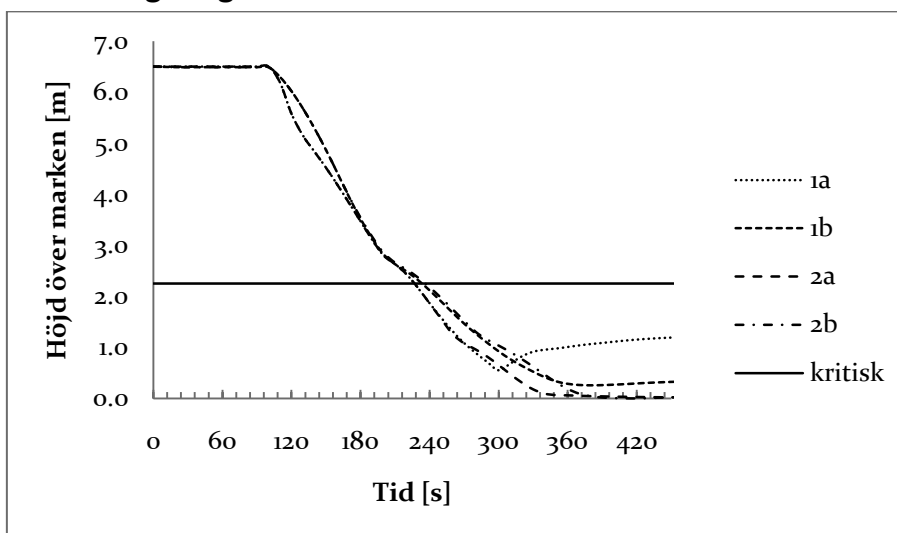
G.2 Tryck



Figur G2: tryck som funktion av tiden från simulering i CFAST.

Inga märkbara tryckförändringar sker då ytterdörrar är öppna, se simulering 1b och 2b i figur G2. Den enda väsentliga tryckuppbyggnad som kan avläsas är då ytterdörrarna är stängda, se simulering 2a och 2b där trycket går upp till 1400 Pa respektive 600 Pa. Det räcker med att öppna en dörr för att trycket skall sjunka ner kring nollnivån. Då människor förväntas utrymma genom ytterdörrar, samt att det finns fler läckage än vad som simuleras, förväntas inga byggnadstekniska problem uppstå på grund av tryckuppbyggnad.

G.3 Brandgaslager

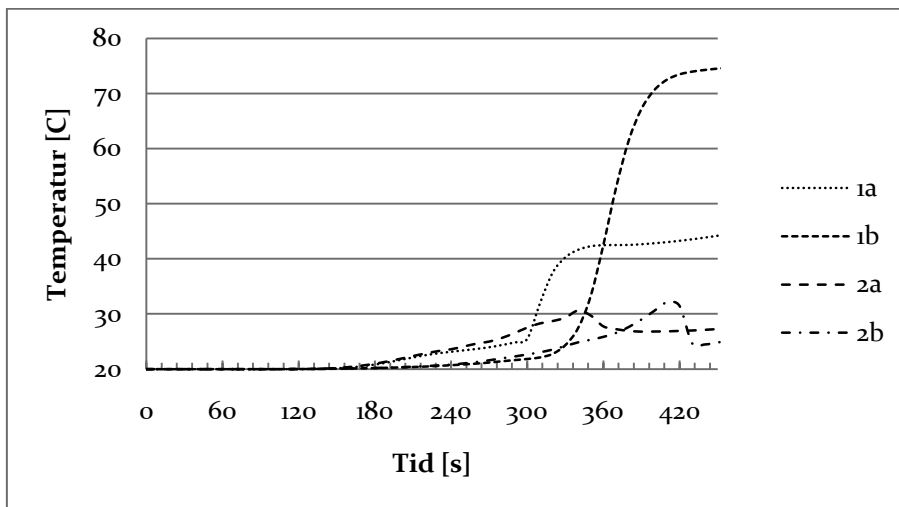


Figur G3: Höjden av brandgaslagret som funktion av tiden från simulering i CFAST.

Skjutdörrarna till C- och E-salen är helt öppna och då öppningen går från golv till tak kan brandgaslagrets höjd i C- och E-salen approximativt likställas med brandgaslagrets höjd i A-salen. Detta har utnyttjats för att få en överblick över hur olika försöksuppställningar påverkar brandgaslagrets höjd. Tiden till dess att brandgaslagret når kritisk höjd på 2.25 m i A-salen varierar mellan cirka 220 och 230 sekunder, se figur G3. Med modellens grovhet kan

ingen direkt skillnad mellan dessa simuleringar fastställas. Ingen märkbar skillnad visade sig heller då samma simuleringar utfördes och C-salens skjutdörr var stängd.

G.4 Temperatur



Figur G4: Temperaturen som funktion av tiden från simulering i CFAST.

I figur G4 ovan visas temperaturen i den undre zonen i A-salen. Kritisk temperatur på 80°C uppnås inte under simuleringstiden i någon av simuleringarna. Temperaturen når dock kritisk nivå under simuleringstiden om C-salens skjutdörr är fördragen. Dock sker det i samtliga simuleringar efter det att brandgaslagret har nått kritisk nivå.

G.5 Toxicitet

Vi beräkningar av toxicitet förekommer stora osäkerheter i de modeller som används. Kriteriet för brandgaslagrets höjd har däremot visat sig sammanfalla ganska väl med kritiska nivåer för toxicitet (Brandteknik 2005). Därför har tiden till dess att brandgaslagrets höjd når kritisk nivå använts som kriterium för toxicitet, det vill säga

G.6 Sikt

Då siktberäkningar i CFAST är ytterst känsliga används istället handberäkningar. Handberäkningarna visar att kritiska förhållanden för sikt uppstår efter att brandgaslagret har nått kritisk nivå. Dessa beräkningar anses konservativa då beräkningarna är gjorda med förutsättningen att luften är väl omblandad i hela volymen. Kritiska förhållanden uppstod här efter 200 sekunder. Luften kommer i själva verket inte vara väl omblandad i hela volymen och kritiska förhållanden för sikt förväntas därför uppstå långt senare.

G.7 Strålning

Då brandgaslagret når kritisk höjd vid cirka 220 sekunder är fortfarande branden i förrådsstadiet. Därför förväntas ingen flamma skapa kritiska strålningsnivåer. Vid 220 sekunder har det övre brandgaslagret en temperatur på 170 grader vilket inte ger kritiska strålningsnivåer.

G.8 Sammanfattning

Kritiska förhållanden uppstår för framtagen effektutveckling efter 220 sekunder då brandgaslagret når den kritiska nivån på 2.25 m.

Bilaga H: Utrymningsmetodik

H.1 Uppskattning av varseblivningstid och förberedelsetid

För att kunna uppskatta tiden till en helt genomförd utrymning måste varseblivnings- och förberedelsetid adderas till den simulerade förflyttningstiden. Att uppskatta dessa två tider innebär stora osäkerheter. Under de arrangemang som utrymningsscenarierna ska avspegla kan alkohol och hög ljudnivå förekomma. Det innebär att tiden till dess att utrymningen förväntas börja kan motsvara några minuter enligt Brandskyddshandboken. Dock spelar även andra faktorer in. Beroende på hur nära en person befinner sig till branden varierar till exempel tiden till upptäckt av branden och beslut till att inleda en utrymning.

H.2 Inställningar för personkategori

För att göra simuleringsresultaten mellan de olika utrymningsförloppen jämförbara är antalet personer i respektive lokal samma för varje simulering. En inledande uppställning med antagen fördelning av personer per utrymningsväg har gjorts. Därefter har tre simuleringar gjorts med olika personkategorier. De valda personkategorierna är pendlare ("commuters"), 1 m/s och 1,4 m/s. Den första kategorin motsvarar en fördelning enligt tabell H₁ och är vald efter vad som antas bäst motsvara de besökare som kommer till Folkets Hus för att delta i större arrangemang.

Tabell H₁: Val av personkategori i Simulex.

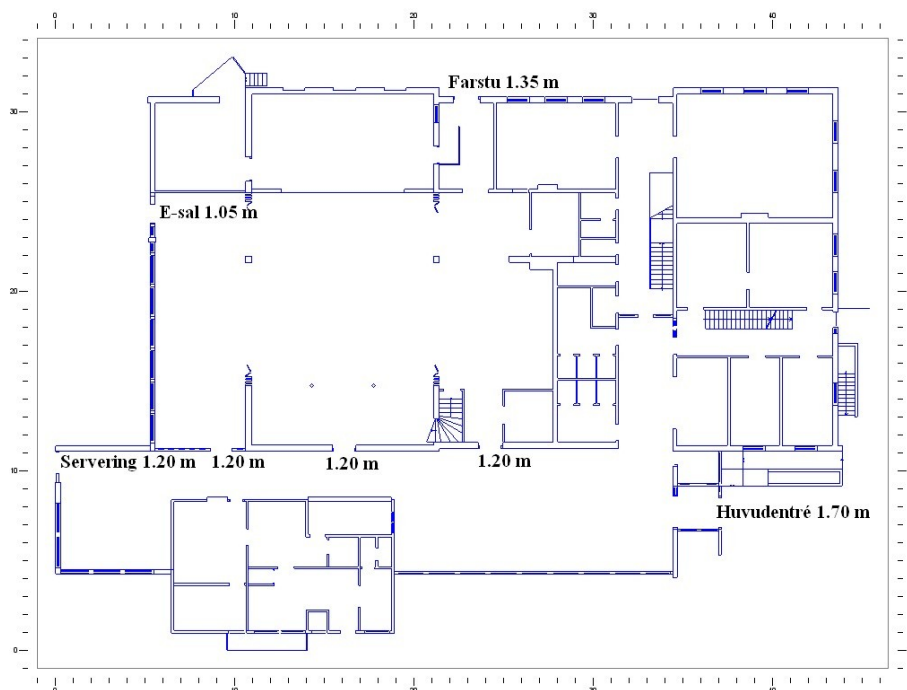
Personkategori	Medelperson [%]	Man [%]	Kvinna [%]	Barn[%]
Kontorspersonal ("office staff")	30	40	30	0
Pendlare ("commuters")	30	30	30	10
Shoppare ("shoppers")	30	20	30	20
Skolbarn ("school children")	10	10	10	70
Äldre ("elderly")	50	20	30	0

De två andra typerna undersöks för att ta få med ytterligheterna och därmed göra en känslighetsanalys på gånghastigheten för varje undersökt uppställning. Vidare har för samtliga simuleringar valts en beslutstid på 1,5 sekunder ("response time") med en slumpmässig fördelning ("random distribution").

H.3 Ritningar

För simuleringarna har två grundläggande förfarande använts som här kallas danstillställning respektive sittande tillställning. Kortfattat innebär danstillställningen att A-, C- och E-salen används för dans med uppträdande på scenen. För sittande tillställning antas A-, C- och E-salen innehålla 320 sittande besökare. För att kunna simulera denna typ av tillställning har ritningen modifierats med linjer med ett mellanrum av 80 centimeter som ska motsvara stolsrader. En stolsrad i A-salen är 4,5 meter bred och avståndet mellan de två stolsraderna i A-salen är 1 meter. Utifrån de två grundläggande förfarandena varierar sedan vilka öppningar som går att använda och vilka skjutväggar som är öppna.

För samtliga simuleringar antas att fyra olika utrymningsvägar kan användas. Dessa fyra utrymningsvägar går ut till det fria via huvudentrén, kaféet, E-salen och farstun. Öppningarnas mått är med den beskrivna ordningen: 1,70; 1,20; 1,05; samt 1,35 meter. Vidare är öppningarna mellan foajén och A-, C- och E-salen satt till 1,20 meter, se figur H1.



Figur H1: Öppningsmått i utrymningssimuleringarna.

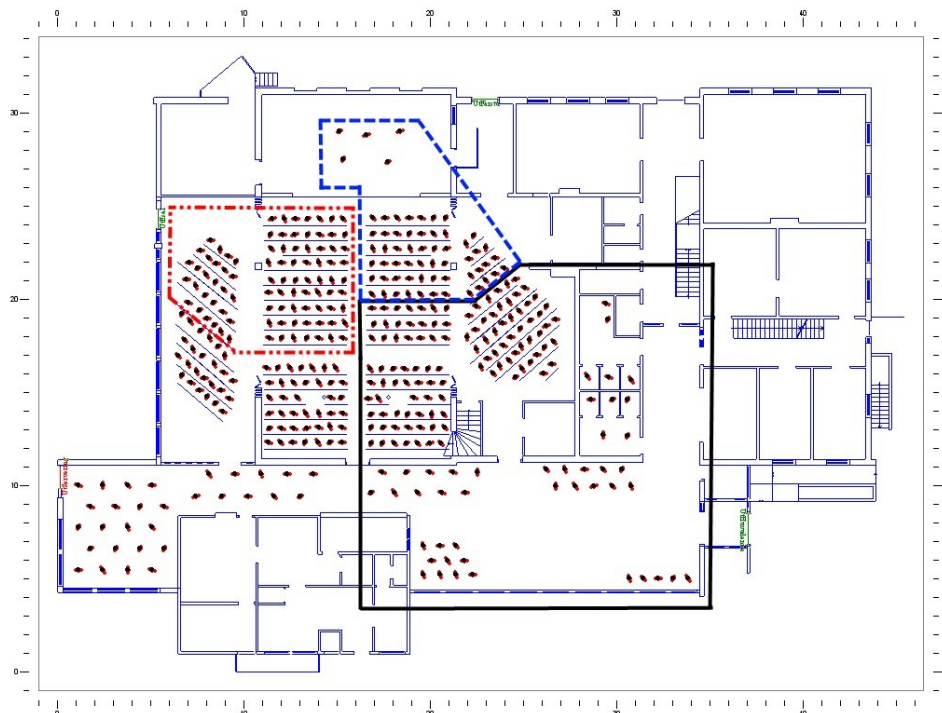
H.4 Fördelning av besökare

Antagna fördelningar av besökare i lokalerna och deras val av utrymningsvägar stod som grund för en inledande utrymningssimulering. Genom att bedöma rimligheten på erhållna resultat kan sedan antaganden justeras om till exempel orimliga situationer uppstår.

För att underlätta beskrivningen av vilken utrymningsväg som de utrymmande personerna antas välja förklaras detta i tabell H2 och figur H2.

Tabell H2: Den färg och linjetyp som motsvarar vald utrymningsväg.

Färg	Linjetyp	Utrymningsväg
Svart	Helt fylld	Huvudentré
Blå	Streckad	Farstu
Röd	Streckad, prick, prick	E-sal
Ingen färg	-	Kafé



Figur H2: Exempel över indelning av besökare för vilken utrymningsväg som används.

H.5 Beräkning av tidsmarginal

För att undersöka om personsäkerheten vid utrymning är tillfredställande görs en beräkning av tidsmarginalen. För att personsäkerheten ska anses vara tillfredställande ska differensen mellan den kritiska utrymningstiden och den totala utrymningstiden vara större än noll.

H.6 Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen

För att hantera osäkerheter i beräkningar måste en osäkerhetsanalys utföras. För varje vald variabel i beräkningen finns en viss osäkerhet som måste uppskattas med en vald fördelning. Vid enklare antagande och osäker statistik bör en likformig fördelning väljas. Om den framtagna statistiken är trovärdig och användbar samt kunskapen om variabeln är stor kan en mer avancerad fördelning väljas, ett exempel på detta kan vara en normalfördelning.

H.6.1 @Risk

@Risk är en applikation till officeprogrammet Excel som har tagits fram av Palisade Corporation i USA. Programmet bygger på en probabilistisk Monte Carlo-simulering och används för att beräkna möjliga utfall för givna fördelningar.

Bilaga I: Utrymningssimulering av förrådsbranden

I.1 Varseblivningstid och förberedelsetid

Branden i A-salens förråd antas ha en förbrinningstid på 100 sekunder, vilket gör det svårt att avgöra hur lång tid det tar tills branden upptäcks, det vill säga varseblivningstiden. Huruvida branden syns eller inte är en mycket viktig faktor för att uppskatta förberedelsetidens längd. Även om någon upptäcker branden under förbrinningstiden, då den inte är synlig för flertalet besökare, är det därför inte alls säkert att en utrymning kan inledas snabbare jämfört med om branden upptäcks först senare när den är synlig. Därför är det lämpligt att diskutera dessa två fall var för sig.

I.1.1 Upptäckt av branden efter förbrinningstiden

Efter 110 sekunder av brandförloppet är effekten ungefär 250 kW. Branden tillväxer mycket snabbt och redan efter ytterligare tio sekunder är effekten cirka 500 kW. Branden antas då vara synlig för de som befinner sig i lokalen. Därför bör människor bli varse om branden någon gång inom ett ganska snävt tidsintervall kring 110 sekunder.

När en brand är synlig kan en förberedelsetid på en minut antas (Frantzich, 2001). Det är en mycket grovhuggen förenkling då ingen brand är den andra lik, vare sig det gäller förlopp eller vem som befinner sig i lokalen. Om varseblivningstiden är 110 sekunder medan en minut antas som förberedelsetid skulle utrymningen inte starta förrän kritiska förhållanden uppstår, vilket simuleringar i kapitel 9 visar. En minut kan därför antas vara en rimlig övre gräns för förberedelsetidens längd.

Förberedelsetidens längd beror även på sociala interaktioner och vilka roller personer tar vid en brand (Frantzich, 2001). Eftersom det råder stor osäkerhet kring hur besökarna kommer bete sig väljs en förberedelsetid med ett ganska stort intervall. Förberedelsetiden representeras av en likformig fördelning med 20 sekunder som nedre gräns och 60 sekunder som övre gräns.

I.1.2 Upptäckt av branden under förbrinningstiden

För de utrymningssituationer som har simulerats antas miljön vara högljud med dov belysning. Detta innebär att möjligheterna att upptäcka en dold brand i förrådet under förbrinningstiden och vara andra besökare är begränsade. Människor är benägna att underskatta faran med en tillväxande brand. Många människor känner samtidigt motvilja att larma i onödan (Frantzich, 2001) går det inte att räkna med att någon tar initiativet och försöker få alla att utrymma. En sådan handling skulle till exempel vara att skrika ut att det brinner eller gå upp på scenen och informera övriga besökare. Då ingen förväntas förmedla denna information på detta sätt antas varseblivningstiden till 100 sekunder, vilket är lika med förbrinningstiden.

I.1.3 Antagen varseblivningstid och förberedelsetid

När väl informationen om att branden har spridits till alla personer i lokalen kan en förberedelsetid mellan 3 och 5 minuter antas enligt Brandskyddshandboken för dimensionering om branden inte är synlig. Branden kommer däremot snabbt bli synlig efter förbrinningstidens slut, varför en förberedelsetid på 3-5 minuter är orimlig att anta i detta fall. I enlighet med tidigare resonemang, i I.1.1 och I.1.2 antas en förberedelsetid på en minut.

Kontentan är att upptäckt av branden under förbrinningstiden inte ger en snabbare inledning av utrymningen jämfört med om branden upptäcks i ett senare skede. Därför behövs i en osäkerhetsanalys endast läggas vikt på lämplig fördelning av varseblivnings- och förberedelsetid. De antagna tiderna summeras i tabell I1.

Tabell I1: Antagna tider och fördelningar vid förrådsbrand i A-salen.

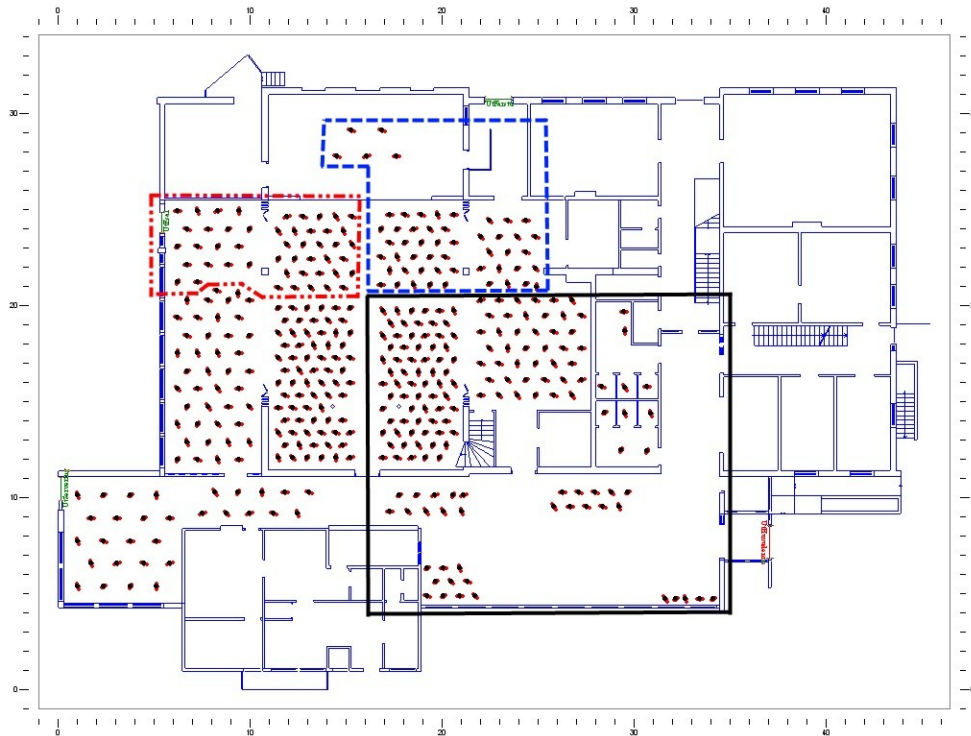
Antagna värden	Vald fördelning	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Varseblivningstid	Likformig	90	110	130
Förberedelsetid	Likformig	20	40	60

I.2 Simulering för danstillställning

Vid simulering av danstillställning antas samtliga utrymningsvägar vara tillgängliga. Dock antas att ingen kan passera genom öppningen ut ur A-salen till foajén, samtidigt som ingen passage genom foajén förbi samma öppningen är möjlig på grund av branden i förrådet. Besökarna antas fördela sig till de fyra utrymningsvägarna enligt tabell I2. För en bättre beskrivning av den antagna fördelningen för simuleringen, se figur I1.

Tabell I2: Fördelning över antal personer som utrymmer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för simuleringen av förrådsbrand i A-salen vid danstillställning.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	157	39,25
Kafé	142	35,5
E-sal	48	12
Farstu	53	13,25
	400	100



Figur I1: Danstillställning vid förrådsbrand i A-salen.

1.2.2 Resultat – Danstillställning vid förrådsbrand i A-salen

Den beräknade förflyttningstiden för simuleringen kan läsas i Tabell I3.

Tabell I3: Fördelning över antal personer som utrymmer per utrymningsväg.
Fördelningen gäller för simuleringen av förrådsbrand i A-salen vid danstillställning.

Personkategori	Förflyttningstid [s]
1,4 m/s	110
Pendlare	130
1 m/s	140

Simuleringen ger en bild av hur det skulle kunna se ut vid en verklig händelse i de undersökta lokalerna. Då fler än 70 procent av besökarna antas utrymma genom kaféet och huvudentrén uppstår köbildning genom öppningarna mellan C-, E-salen och foajén. Att köbildning uppstår genom öppningarna är ett fenomen som sannolikt kan uppstå i en verklig situation, men det borde vara något mindre än i Simulexsimuleringen. Detta innebär att den beräknade förflyttningstiden kan vara något överskattad.

1.2.3 Inledande simulering av danstillställning med stängd C-sal

Under danstillställningen finns i byggnaden 400 personer vilka är fördelade enligt följande: 300 personer i A- och E-salen inklusive bandet på scenen och resterande 100 personer ute i foajén, rökfria kaféet, toaletterna och kapprummet.

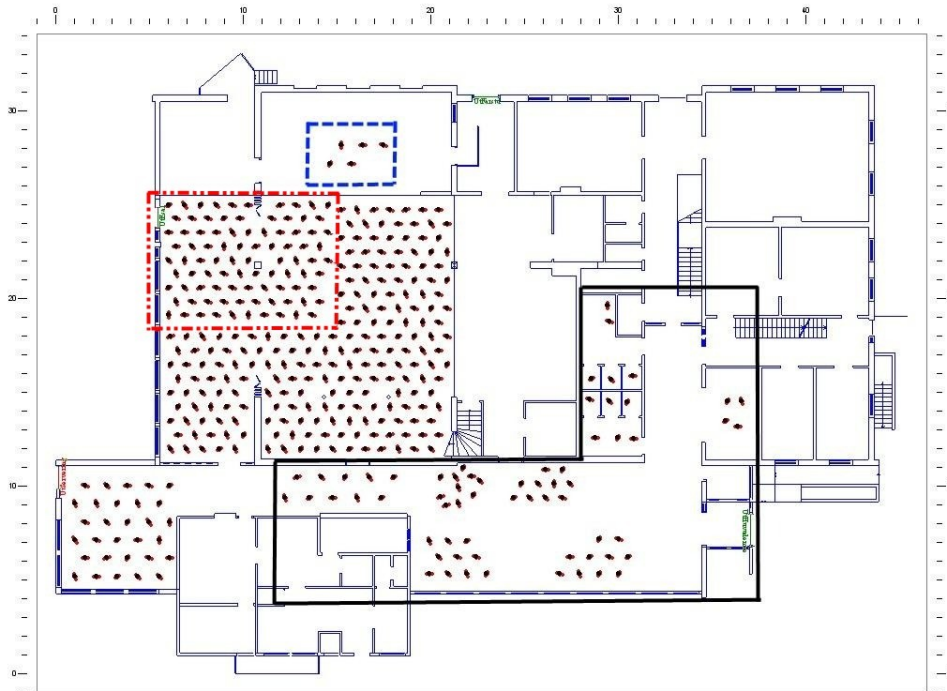
Skjutväggen mot C-salen antas vara stängd med följderna att huvudentrén och farstun inte kommer användas som utrymningsväg av besökare i samlingslokalen. Detta antagande bygger på att den stängda skjutdörren inte utgör en uppenbar och logisk utrymningsväg i besökarnas. Speciellt förväntas ljuset vara dämpat i lokalen. Samtidigt kommer branden i förrådet omöjliggöra en utrymning via huvudingången till A-salen. Personer i lokalen kommer därför endast kunna utrymma genom kaféet och E-salen. De som utrymmer från samlingslokalen har fördelats så att 210 utrymmer genom kaféet och 90 genom E-salen.

Personalen kommer fördela sig mellan scenen (bandet) som antas utrymma genom farstun och personalen i köket som utrymmer genom huvudingången. Resterande 80 personer kommer i foajén att fördela sig i två grupper där gränsen emellan dem kommer utgöras av ingången till A-salen. Denna fördelning antas vara sådan att 50 personer utrymmer via foajéns västra medan 30 personer istället utrymmer via kaféet.

Gästerna kommer sammanfattningsvis använda huvudentrén (65 personer), kaféet (240 personer) och E-salen (90 personer) och farstun (5 personer), se tabell I4 för sammanställning. För en tydligare beskrivning av den antagna fördelningen för simuleringen, se figur I2.

Tabell I4: Fördelning över antal personer som utrymmer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för simuleringen av förrådsbrand i A-salen vid "danstillställning" med stängd C-sal.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	65	16,25
Kafé	240	60
E-sal	90	22,5
Farstu	5	1,25
	400	100



Figur I2: Danstillställning vid förrådsbrand i A-salen när C-salen är stängd.

1.2.4 Resultat – Inledande simulering av danstillställning med stängd C-sal

De beräknade förflyttningstiderna ges i tabell I5. För de 100 personer som inte befinner sig på dansgolvet blir förflyttningstiden mycket kort i förhållande tills när den sista personen lämnat byggnaden.

Tabell I5: Förflyttningstider för simulering av danstillställning vid förrådsbrand i A-salen med stängd C-sal.

Personkategori	Förflyttningstid [s]
1,4 m/s	170
Pendlare	200
1 m/s	250

Då antalet personer som utrymmer via utrymningsvägen i kaféet är mycket stort uppstår ett typiskt problem med Simulex. Personerna anhopar sig i ett stort kluster och bildar kö. Att det uppstår en köbildning kan anses som rimligt, men troligtvis kommer den inte vara lika stor eller utformad på det sättet i en verklig situation. För att kompensera för detta fenomen görs en justerad simulering där hälften av besökarna på dansgolvet antas utrymma via utrymningsvägarna i E-salen och den andra hälften via kaféet.

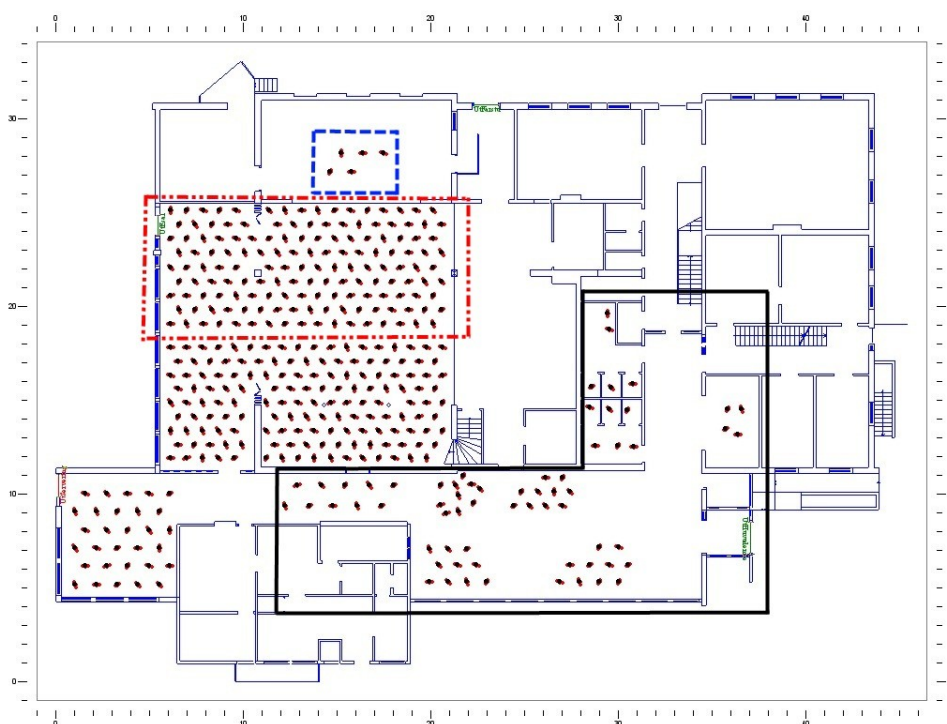
1.2.5 Justerad simulering av danstillställning med stängd C-sal

Skillnaden mot den inledande simuleringen är att fördelningen av personerna som befinner sig på dansgolvet justerats. Lika många personer antas utrymma via utrymningsvägarna i E-salen som via kaféet, alltså 150 personer. De resterande 100

personerna i byggnaden antas utrymma enligt tidigare förutsättningar, se tabell I6. För en bättre beskrivning av den antagna fördelningen för simuleringen, se figur I3.

Tabell I6: Fördelning över antal personer som utrymmer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för simuleringen av förrådsbrand i A-salen vid justerad "danstillställning" när C-salen är stängd.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	65	16,25
Kafé	180	45
E-sal	150	37,5
Farstu	5	1,25
	400	100



Figur I3: Justerad danstillställning vid förrådsbrand i A-salen när C-salen är stängd.

1.2.6 Resultat – Justerad simulering av danstillställning med stängd C-sal

För den simulerade förflyttningstiden, se tabell I7.

Tabell I7: Förflyttningstider för justerad simulering av danstillställning vid förrådsbrand i A-salen när C-salen är stängd.

Personkategori	Förflyttningstid [s]
1,4 m/s	120
Pendlare	150
1 m/s	180

Simuleringen av utrymningsförloppet visar att den justerade uppställningen bör likna en verklig situation bättre. Dock uppstår fortfarande en ansamling vid skjutväggen mellan A- och E-salen som inte skulle uppstå i verkligheten. Men detta påverkar inte resultatet då köbildningen ut till kaféet fortfarande är stor.

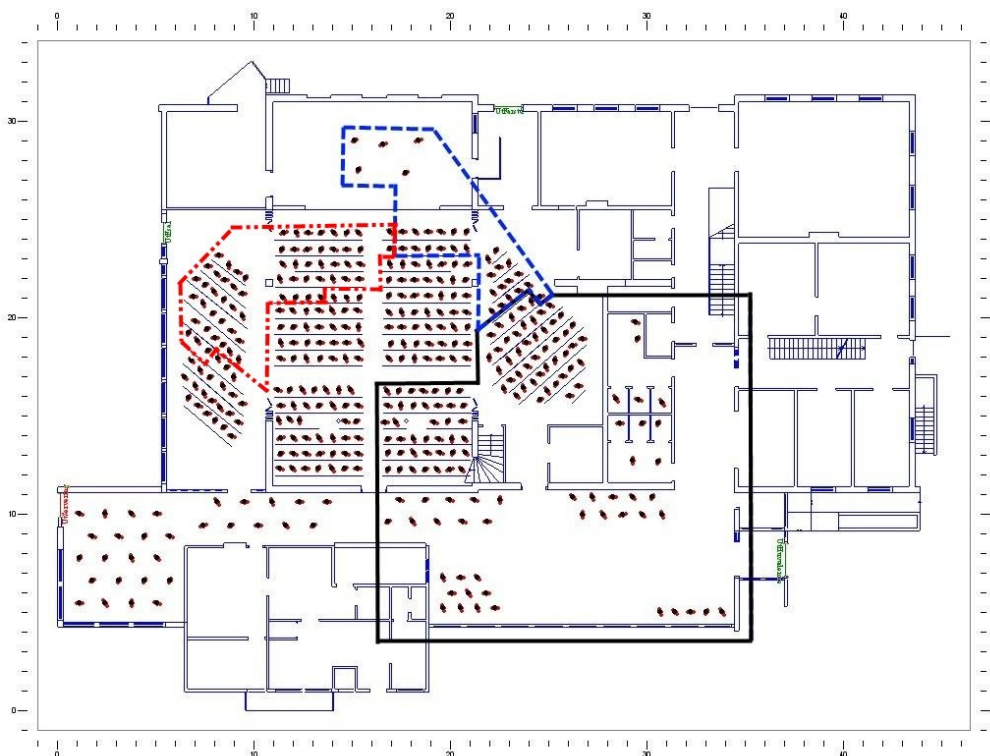
I.3 Simulering av förflyttningstiden vid sittande tillställning

Fördelning av besökare: 320 personer i A-, C- och E-salen och resterande 100 personer ute i foajén, kaféet, toaletterna och kapprummet. Då det anordnas sittande tillställningar i Folkets hus, vid till exempel revyer, är det rimligt att testa ett utrymningsförlopp för detta arrangemang. Från de slutsatser som ges av det undersökta brandförloppet antas att öppningen mellan A-salen och foajén inte går att använda på grund av branden i förrådet.

Besökarna i lokalen antas utrymma via de fyra utrymningsdörrarna enligt tabell I8. För en bättre beskrivning av den antagna fördelningen för simuleringen, se figur I4.

Tabell I8: Fördelning över antal personer som utrymmer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för simuleringen av förrådsbrand i A-salen vid sittande tillställning.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	181	45,25
Kafé	123	37,75
E-sal	64	16
Farstu	32	8
	400	100



Figur I4: Sittande tillställning vid förrådsbrand i A-salen.

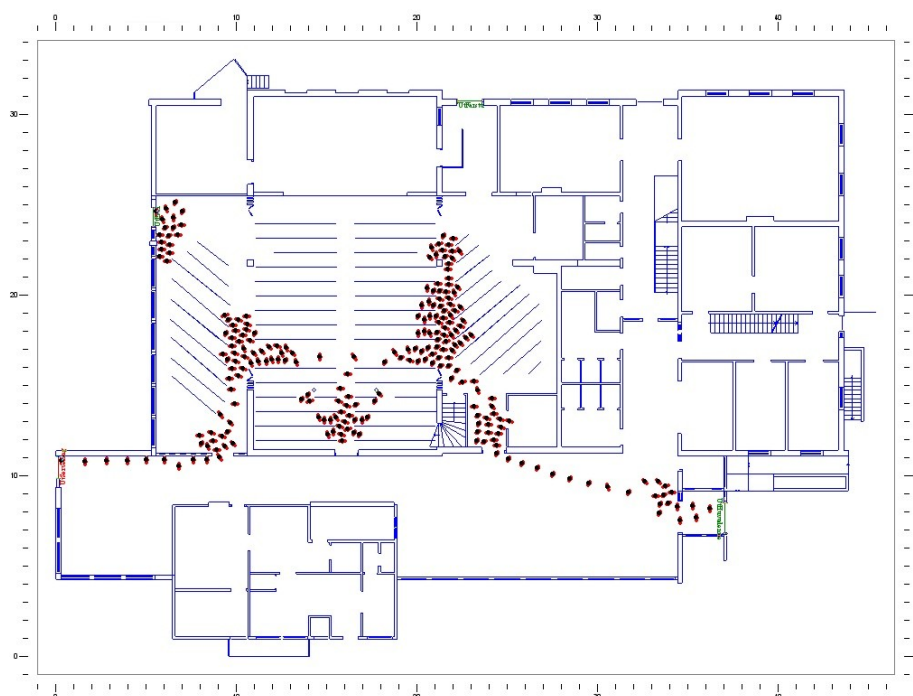
1.2.7 Resultat – Sittande tillställning

Den beräknade förflyttningstiden för simuleringen kan läsas i tabell I9.

Tabell I9: Förflyttningstider för simulering av sittande tillställning vid förrådsbrand i A-salen.

Personkategori	Förflyttningstid [s]
1,4 m/s	130
Pendlare	150
1 m/s	190

Köbildning uppstår på flera platser mellan stolsraderna, se figur I5. Detta medför att förflyttningstiden troligtvis blir något längre jämfört verkliga förhållanden där en verklig köbildning sannolikt är mindre.



Figur I5: Köbildning mellan stolsrader vid simulering av sittande tillställning vid förrådsbranden i A-salen.

I.4 Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen

I tabell I10 och I11 redovisas tiden till kritiska förhållanden och tiden för genomförd utrymning vid förrådsbrand i A-salen samt vald fördelning för dessa.

Tabell I10: Antagna tider och fördelningar vid förrådsbrand i A-salen.

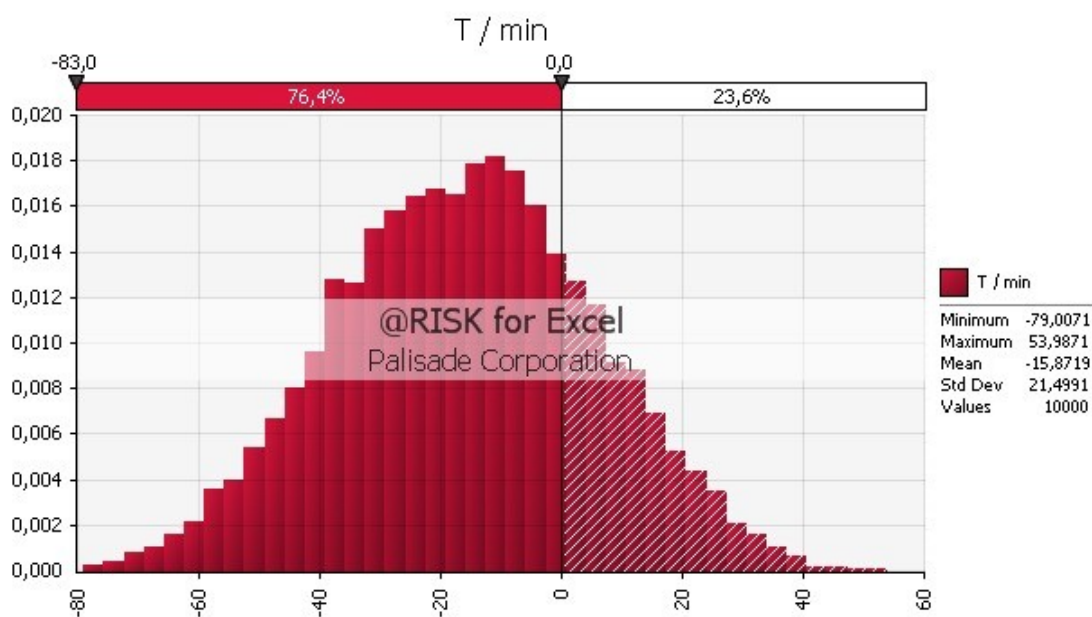
Antagna värden	Vald fördelning	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Varseblivningstid	Likformig	90	110	130
Förberedelsetid	Likformig	20	40	60
Förflyttningstid*	Triangulär			
Tid till kritiska förhållanden	Likformig	240	260	280

*Förflyttningstiden är beroende på undersökt utrymningsförlopp.

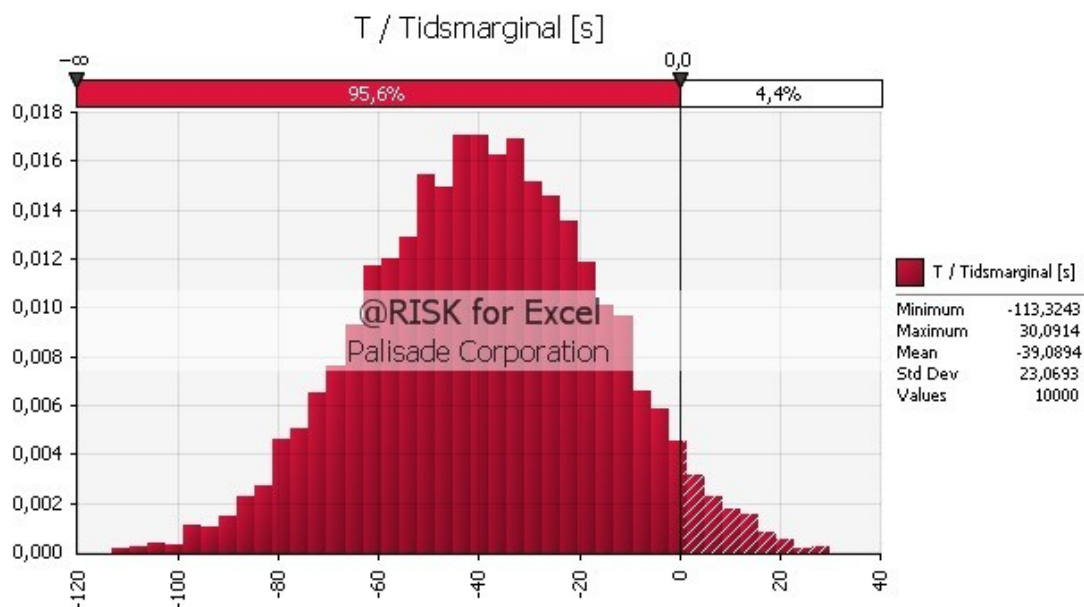
Tabell I11: Förflyttningstiden för de olika utrymningssimuleringarna vid förrådsbranden i A-salen.

Utrymningssimulering	Förflyttningstid		
	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Danstillställning (allt öppet)	110	130	140
Danstillställning (C-sal stängd)	170	200	250
Danstillställning-justerad (C-sal stängd)	120	150	180
Sittande tillställning	130	150	190

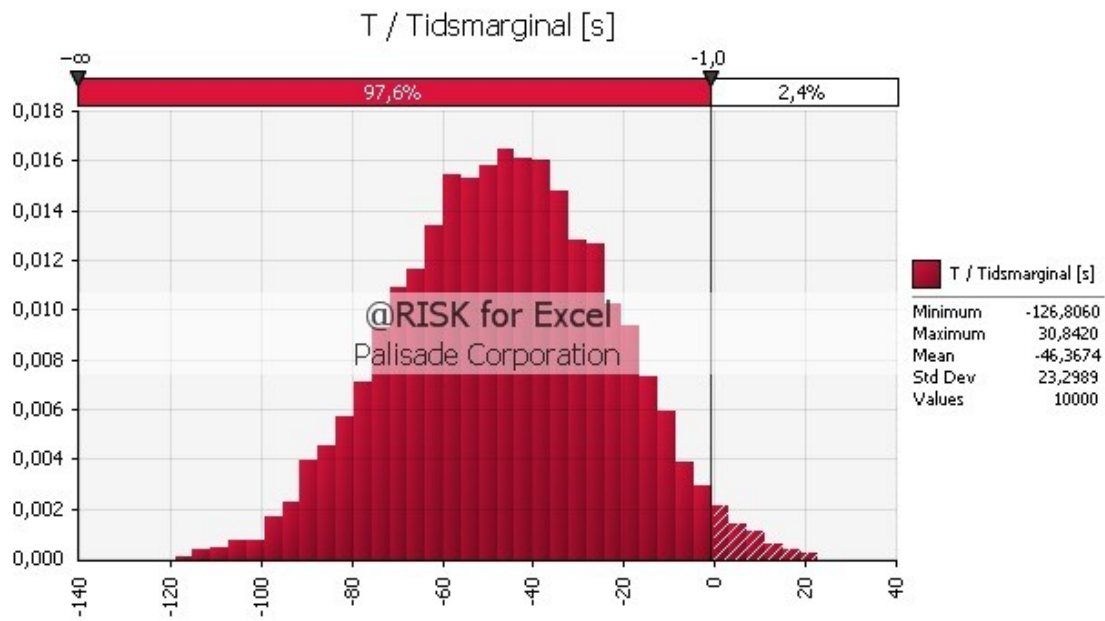
Samtliga simuleringar gjorda på förflyttningstiden har undersökts i @Risk med undantaget för den ojusterade danstillställning med C-salen stängd. Den ansågs alltför orimlig och ersätts därför av den justerade simuleringen. En likformig fördelning väljs i de fall där osäkerheterna i variablerna är stora. Osäkerheten beror på svårigheter att uppskatta tiderna då det finns lite statistik för variablerna. Att en triangulär fördelning valts för förflyttningstiden beror på att större vikt och tanke har lagts på denna variabel i form att tre olika simulerade gånghastigheter/personkategorier. Medelvärdet i den triangulära fördelningen anses vara det värde som bäst ska motsvara fördelningen mellan besökarna vid de simulerade arrangemangen. I figur I6 till I8 redovisas fördelningen av den beräknade tidsmarginalen för de tre scenarierna. Det visar sig att det med stor sannolikhet inte går att utrymma innan kritiska förhållanden uppstår för givna antaganden. Antal iterationer är satt till 10000.



Figur 16: Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen vid förrådsbrand i A-salen under danstillställning (allt öppet)



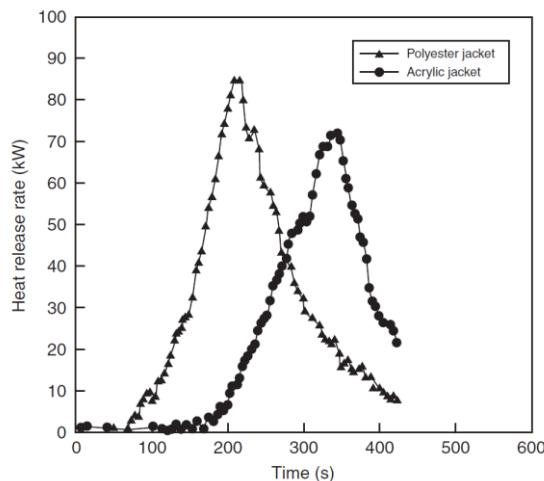
Figur 17: Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen vid förrådsbrand i A-salen under danstillställning justerad (C-salen stängd).



Figur 18: Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen vid förrådsbrand i A-salen under sittande tillställning.

Bilaga J: Effektutveckling för scenario 2

Kaprummet har måtten 5 x 3 x 2,4 m och en öppning på långsidan med måtten 3 x 2 m. Där finns klädhängare av stål med plats för 72 jackor. Från SFPE ges att en jacka på 739 g bestående på utsidan av 65 % bomull respektive 36 % polyester samt av polyamid på insidan och med polyester som stoppning utvecklar en maximal effekt på 90 kW efter 200 sekunder (inklusive 60 sekunders förbrinningstid), därefter tar den avtagande fasen av branden ytterligare 200 sekunder, se figur J1.



Figur J1: Effektutvecklingskurvor för två herrjackor (SFPE, 2002).

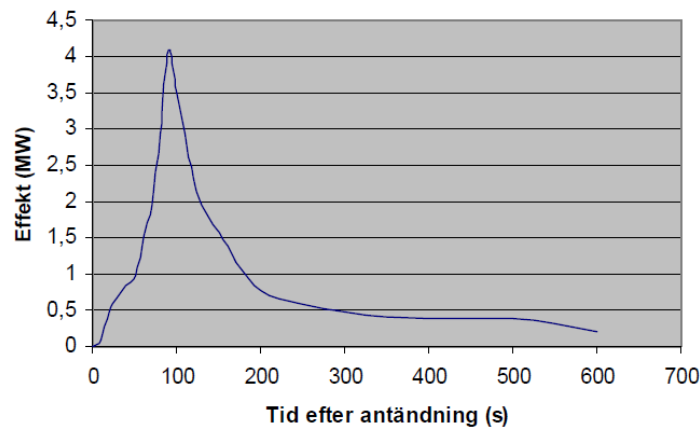
Därför skulle 72 simultant fritt brinnande jackor avge en maximal effekt på ungefär 6,5 MW. Då tas dock inte hänsyn till varken instängningseffekter (inklusive att syretillgång till tätt hängande jackor kommer begränsas) eller faktum att alla jackor inte kommer brinna med sin högsta effektutveckling samtidigt då flamspridningen tar en viss tid. Återstrålningen från brandgaslagret accelererar massavbrinningen och därmed effektutvecklingen.

Dessa effekter är besvärliga att försöka modellera för att få en användbar effektutvecklingskurva endast utifrån data om enskilda jackor, dessutom är de presenterade effektutvecklingarna för de två jackorna troligen inte särskilt representativa för en garderob där ett mycket brett spektrum av jackor kan väntas. Johansson (2004) har kommit till rätta med detta problem genom att utföra garderobsbrandförsök i skala 1:1 med 105 jackor av allehanda typer som en led i bedömning av utrymningssäkerheten vid brand i en nattklubb.

Garderoben i nattklubben ifråga hade måtten 7 x 4,5 x 2,4 m (l x b x h) och en öppning med måtten 2,5 x 2 m (b x h) medan jackorna under försöket brändes i en övertändningscontainern med måtten 12,2 x 2,4 x 2,6 m där längden kunde justeras invändigt med en skjutbar vägg. Containers kortsida var öppen mot atmosfären. Utrustningen på golvet gav slutgiltiga mått på 7 x 2,4 x 2,4 m, dvs. endast bredden återgavs inte väl jämfört med den simulerade geometrin. En gasollåga på ca 5 cm utgjorde tändkällan.

Tillvägagångssättet var att under försöket mäta viktminskningen som funktion av tiden för att med kännedom om förbränningsentalpin (som i sin tur fastställdes med hjälp av kalorimeter för ett representativt urval jackor) bestämma en effektutvecklingskurva. Den resulterande

effektutvecklingskurva visar en tillväxtfas på ca 100 s till en maximal effekt på 4 MW, därefter en nedgång till 0,5 MW på 150 s ($t=250$ s) varefter denna effekt är nära konstant till tiden 500 s, branden är över vid tiden 600 s, se figur J2.



Figur J2: Effektutveckling vid försök med 105 jackor (Johansson, 2004).

Innan en eventuell överföring av Johanssons resultat, krävs en bedömning huruvida dessa är representativa för en eventuell brand i det studerade kapprummet. Höjden till taket är samma, öppningen har även ungefär samma area. Rummets volym avviker inte heller den markant från containers. Argument för en högre effektutveckling i kapprummet jämfört med försöksuppställningen är följande:

- Inte fullt lika hög tätpackning av jackorna i kapprummet vilket resulterar i bättre syretillgång
- Brandrummet byggs upp av material med bättre isoleringsförmåga än containerns väggar varvid högre temperatur och massavbrinning är att vänta
- Fastän öppningen till kapprummet endast är en aning större än öppningen i container så befinner den sig på kapprummets långsida som den upptar större delen av varför jämnare syretillförsel till alla jackor säkras

Argument för lägre effektutveckling i kapprummet jämfört med försöksuppställningen:

- Mindre antal jackor (ifall en jacka per galge)
- Svårare flamspridning då bränslet fördelas på sammanlagt fyra galgar (två dubbla i mitten och två vid väggarna)
- En hel del bränsle (hattar och dylikt) kan lagras på de robusta hatthyllorna

Därutöver bör nämnas att det faktum att kapprummets öppning inte vetter mot det fria, som försökscontainern gör, inte bör spela stor roll då kapprummet är i anslutning till både korridorerna och foajén.

Sammanfattningsvis kan sägas att den effektutvecklingskurvan som Johansson framtog, se Figur I2, med brandtekniska mått mätt verkar stämma bra överens med vad som kan väntas från en brand i kapprummet och kommer följaktligen användas som ett representativ effektutveckling.

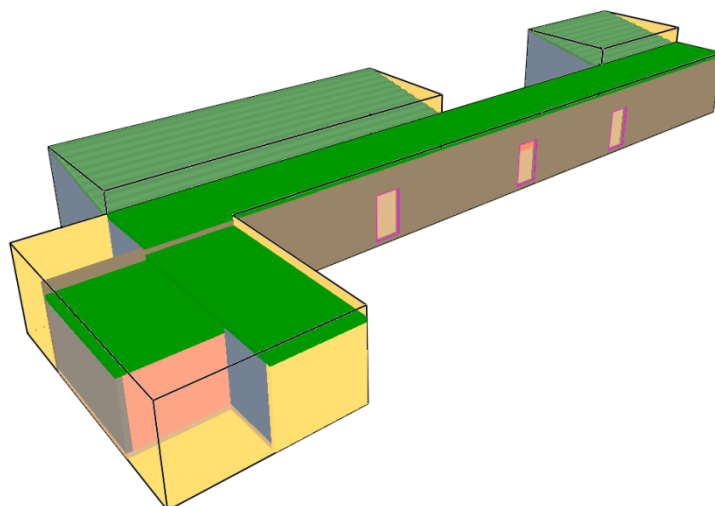
Beroende på antändningskällan, kan olika långa förbrinntider väntas. Den i försöket använda pilotlågan anses motsvara anlagd brand och följaktligen ingen extra förbrinntid på den givna effektutvecklingen. En rykande pipa kan å andra sidan innebära flera minuters förbrinntid. Förbrinntiden kommer dock inte tas med i simuleringar. Skälet är att en rykande pipa inte ens efter längre tids rykande anses ge någon bidrag av betydelse till utveckling av kritiska förhållanden. Den anses inte heller påverka utrymningen nämnvärt eftersom det är föga troligt att folk slår allmänt larm för en rykande pipas skull. Troligare är att några direkta släck- eller läpningsåtgärder företas istället. Om de lyckas hindras fortsatt brand vilket gör situationen ointressant för vidare analys. Misslyckas de och branden tar sig, anses det motsvara läget utan förbrinntid.

Bilaga K: Simulering scenario 2

Syftet med simuleringen är att fastställa hur branden i kapprummet påverkar förhållanden i foajén som utgör den utrymningsvägen som de flesta skulle välja vid en eventuell brand.

K.1 Geometrin

Den studerade geometrin består av kapprummet, den södra korridoren utanför, foajén, kafeterian och den norra korridoren dem emellan. För en överskådlig bild av geometrin se Figur K1.



Figur K1: Den studerade geometrin. Längst bort till höger är kaféet.

Dörrarna i den södra korridoren, den ena mot vaktmästeriet och den andra längre bort mot verksamhetslokalerna antas stängda av två skäl: dels bör de vara stängda (de har brandklass B-15) dels ger stängda dörrar ett konservativt scenario med mindre volym som brandgaserna kan fylla och följaktligen mer brandgaser i foajén som är den instinktiva utrymningsvägen för det stora antalet besökare som kan antas befinna sig i A-salen under större arrangemang.

Serveringsdisken som är öppen mot foajén tas ingen hänsyn till i simuleringen då inverkan bedöms som liten.

Dörrarna till A-, C- och E-salen samt utrymningsvägen i kafeterian sätts som öppna till atmosfären. Anledningen är viljan att åstadkomma tillräcklig syretillgång till den simulerade branden då det sedan innan har antagits att den är god.

Material sätts till trä för det lutande taket över restaurangdelen samt väggen som avgränsar köket från foajén. Det stora fönsterpartiet i foajéns restaurangdel representeras med glas. Material i resterande väggar och tak sätts till betong.

Geometrin delas in i kubiska element med sidlängden 10 cm vilket ger ett totalt antal element på 1 183 176.

K.2 Branden

Branden definieras som en brandyta på 6 m² (uppskattad yta av hängande jackor uppifrån) och 1,5 m höjd med fördefinierad effektutveckling given i Bilaga G utan någon extra förbrinntid. Polyester med sotfraktionen 0,09 (SFPE, 2002) sätts som bränsle. Förbränningsentalpin sätts till 21 MJ/kg vilket är experimentellt framtaget av Björn Johansson för ett representativt urval kläder från hans fullskaleförsök där den använda effektutvecklingskurvan togs fram.

K.3 Resultat

Med simuleringen som grund kan konstateras en snabb rökfyllning av de studerade utrymmena. Detta förlopp är starkt kopplad till den snabba effektutvecklingen men även geometrins beskaffenheter. Brandgaserna måste passera två öppningar mot foajén och speciellt den andra öppningen från korridoren mot foajén kan generera balkongplym med ökad luftinblandning i brandgaserna som följd. Alla väggar som tvingar brandgaserna att ändra flödesriktning kommer öka inblandningen av omgivande luft på grund av turbulens med ökad brandgasmängd som följd. Detta blir speciellt uppenbart när brandgasfronten accelererar utmed det lutande taket och slår i foajéns yttervägg varefter den stört dyker mot marken.

K.3.1 Rökfyllnad

Röken börjar välla ut från den södra korridoren mot foajén efter 20 sekunders brandförlopp. Efter 60 sekunder har röken spridit sig till hela restaurangdelen och bildat ett brandgaslager samt börjar tränga in i korridoren mellan restaurangdelen och kafeterian. Vid den tidpunkten varierar höjden till brandgaslagret en del över restaurangdelen men är överallt större än 2 meter (förutom intill väggen till köket) och ca 3 meter i gången. Mellan tidpunkterna 70 och 80 sekunder sjunker brandgaslagret snabbt till under 1,9 meter och fortsätter sjunka överallt i restaurangdelen. 1,9 meter är brandgaslagrets kritiska höjd i gången där höjden till taket är som lägst.

Brandgaserna når kafeterian efter 85 sekunder samtidigt som brandgaslagret över hela korridoren mellan restaurangdelen och kafeterian sjunker under 1,9 meter. Efter 95 sekunder når brandgaserna till kafeterians utrymningsväg och vid den tidpunkten har brandgaslagret nått den kritiska höjden över hela studerade utrymmet.

Den närmast i kapprummet placerade rökdetektorn visar sig aktivera efter 40 sekunder. Trots osäkerheter om rökdetektorns egenskaper bedöms detta som tämligen säkert då röken når detektorn som ett samlat brandgaslager.

K.3.2 Sikt

Den snabba rökspridningen gör att sikten utanför C-salen (på 1,5 meters höjd) begränsas till 10 meter redan efter 70 sekunder in i brandförloppet. När väl brandgaserna kommer till denna punkt sker sikt försämringen mycket snabbt så att sikten nästan momentant avtar till 5 meter och fortsätter avta vilket är ett tecken på distinkt brandgaslager.

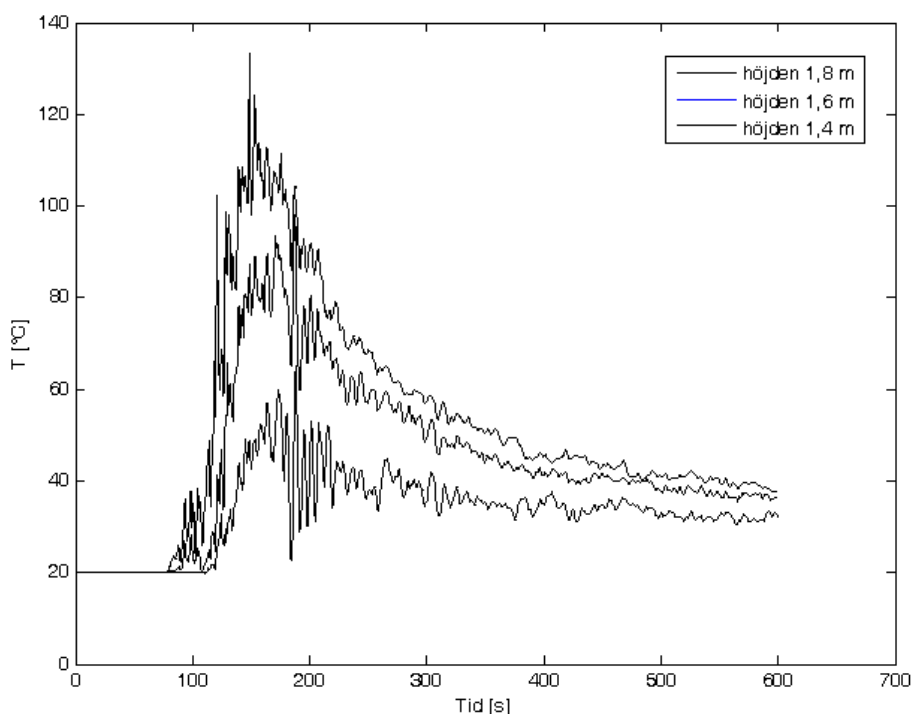
Utanför A-salen kommer sikten gå ner till 10 meter och därefter nästan moment till 5 meter efter 90 sekunder. Vid denna tidpunkt sker samma försämring vid öppningen till

E-salen. Efter 95 sekunder är förhållandena kritiska med avseende på sikten över hela den studerade geometrin, se Figur H4.

K.3.3 Temperatur

Hög höjd till taket i restaurangdelen och förhållandevis långa avstånd brandgaserna måste färdas till delar i foajén ger förhållandevis kalla brandgaser. Figur H5 visar att vid tidpunkten då förhållanden över hela det studerade utrymmet är kritiska på grund av brandgaslagrets höjd och sikt (efter 95 sekunder) så påverkas inte människor inte på någon plats i foajén av temperaturer mycket högre än rumstemperatur.

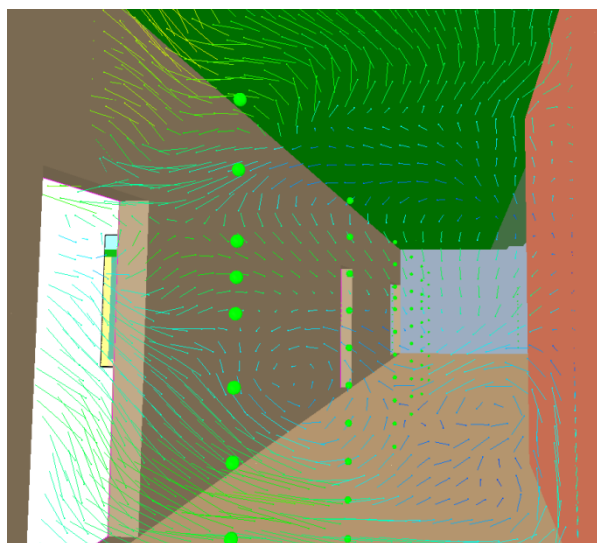
Utanför A-salens dörr som lär bli den mest använda vägen ut i foajén för vidare utrymning kommer den kritiska temperaturen på 80°C uppnås efter 120 respektive 145 sekunder på 1,8 respektive 1,6 meters höjd, se Figur K2.



Figur K2: Temperaturen utanför A-salens dörr som funktion av tiden

De svängningar i uppmätta temperaturer som observeras i Figur H2 är naturliga för turbulent strömning, dock uppvisar temperaturkurvan för höjden 1,4 m exceptionellt stora svängningar vid tider kring 190 sekunder. Det har att göra med temperaturen mäts i nära anslutning till dörren till A-salen som i simuleringen anses öppen. Vid tidpunkter ifråga observeras högsta temperaturer i brandgaslager samt hastigheter ut och in genom öppningen. På grund av de stora hastighetskillnaderna mellan ingående och utgående luft kommer stora turbulenta virvlar bildas i gränsskiktet mellan dessa lager vilket kan observeras i Figur H3. Dessa turbulenta virvlar som bildas vid öppningen och rör sig till höger i bilden kommer ge upphov till stora temperaturvariationer där de passerar på grund av att de blandar ihop luft/brandgaser med stor temperaturdifferens. Vid tidpunkter kring 190 sekunder passerar dessa virvlar (se mitt i Figur K4) mätpunkten på

1,4 meters höjd vilket förklarar de stora temperatursvängningarna. När temperaturen i brandgaslager samt hastigheter i området sjunker sedan, blir denna effekt inte lika uttalat och dessutom visar sig de turbulenta virvlarna i gränsskiktet mellan in- och utgående luft passera nedanför mätpunkten ifråga.



Figur K3: Hastighetsfältet utanför A-salens dörr vid tiden 190 s.

K.3.4 Koncentrationer av syre, koldioxid och kolmonoxid

Simuleringen visar att syrekoncentrationer inte utgör den mest kritiska faktorn. Syrekoncentrationer går ner till 15 procent utanför C-salens dörr på 110 sekunder, pendlar kring detta värde i ca 80 sekunder med något enstaka värde på 14 procent, varefter halten ökar igen då branden avtar märkbart i intensitet efter denna tippunkt. Förhållanden utanför A-salen är bättre då 15 % gränsen inte nås förrän 170 sekunder alltså vid tidpunkten då förhållanden är kritiska på grund av andra faktorer i hela den studerade geometrin.

CO₂-koncentrationen sjunker mellan C-salens dörr och utrymningsvägen i kafeterian. Gränsvärdet fem procent överskrids inte någonstans längs med denna sträcka under hela brandförloppet.

Simuleringen tyder inte heller på några kritiska CO-koncentrationer i de delar där utrymningen förutsätts äga rum.

K.3.5 Sammanfattning av resultat

Sammantaget kommer tiden till kritiska förhållanden i foajén styras av brandgaslagrets höjd och följaktligen sikt. Kritiska förhållanden kommer uppnås mellan 70-80 sekunder i foajéns restaurangdel, efter 85 sekunder i korridoren mellan restaurangdelen och kafeterian och efter 95 sekunder i kafeterian.

K.4 Diskussion av osäkerheter i simuleringen

K.4.1 Elementindelning

Kvalité av en CFD-simulering beror på elementindelningens finhet vilket i synnerhet är sant för LES som används i det här fallet. Idealt strävas efter att använda ett tillräckligt fint elementindelningsnät (s.k. *mesh*) för att en vidare förfining av detsamma inte nämnvärt ska påverka resultatet. Genom att visa detta fås en försäkran att den valda meshen inte är för grov och att lösningen är meshoberoende. För att verifiera att så är fallet och följaktligen att de erhållna resultaten kan anses rimliga har en verifierande simulering gjorts med åtta gånger så många element (9 465 408) som i grundsimuleringen. Simuleringen som utfördes på de första 77 sekunderna av brandförloppet (full effekt) visade mycket god överensstämmelse med grundsimuleringen inom detta tidsspann. Det bedöms som tillräckligt för att garantera simuleringens tillförlitlighet på den punkten. Fastän simuleringar gjordes på 10 minuters brandförlopp inträffade ju kritiska förhållanden mellan 70 och 95 sekunder vilket är alltså i samma storleksordning som längden på simuleringen för den verifierande simuleringen.

K.4.2 Geometrin

I en CFD-simulering begränsas geometriens detaljrikedom av storleken på de elementen som utgör byggstenar av den. Normalt förenklas geometrin ytterligare för att underlätta hanteringen, i denna simulering har ingen hänsyn tagits till inredningen, installationen och balkar som går tvärs över taket. Dessa oregelbundenheter kan påverka brandgasernas flöde samt inblandning av omgivande luft. Då balkans dimensioner är relativt små antas det att de inte har stor betydelse. Brandgasflöde från det våldsamma brandförloppet lär inte påverkas mycket.

Till geometrin hör även osäkerheter kopplade till vägg- och takmaterial och deras termiska egenskaper som kommer påverka avkylning av brandgaserna. Inverkan av detta kommer öka med tiden och bedöms inte så stor här då rökfyllnaden är mycket snabb.

Ventilationen tas inte med i simuleringen. Då det finns en omblandande ventilation i foajéns tak kommer brandgaserna kylas och förlora en del av sin stigningskraft och sjunka längre ner varför siktförhållanden blir ännu sämre än de beräknade i simuleringen.

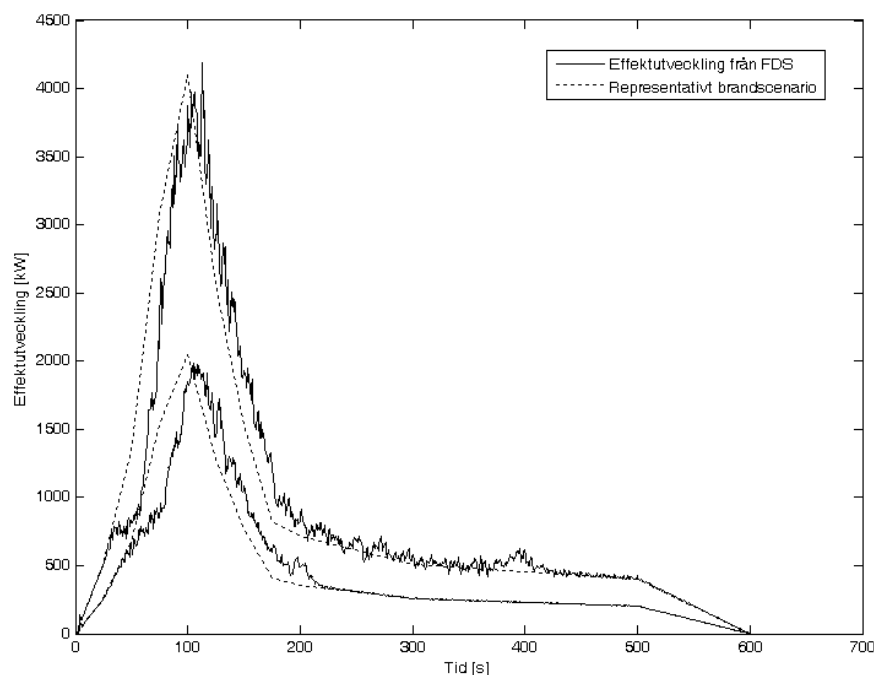
K.4.3 Branden

Kritiska förhållanden definieras bland annat med hjälp av gränsvärden på syre-, kolmonoxid- och koldioxidkoncentrationer. De uppnådda koncentrationerna av förbränningsprodukterna CO och CO₂ är förknippade med den globala förbränningsreaktionen och därför bränsle. Bränsle består i det här fallet av jackor av en uppsjö kemiska sammansättningar omöjliga att överblicka varför det i simuleringen görs approximationen att allt bränsle består av polyester. Resultatet beräknade CO-, CO₂ och O₂-koncentrationer på olika platser måste därför tolkas med viss skepsis. Syrekoncentrationen kommer dessutom bero på läckor i byggnaden som inte tas med i simuleringen utan representeras av dörrar till A-, C- och E-salarna samt kafeterians utrymningsväg öppna.

Sikten kommer å andra sidan påverkas av hur mycket sot det finns i brandgaserna. Sotigheten definieras i programmet som sotfraktionen, det vill säga den andelen av bränslets massa som blir till sot vid förbränningen. Osäkerheter kring bränslet kommer följaktligen resultera i osäkerheter kring lämpligt val av sotfraktion och följaktligen resulterande siktförhållanden. Den valda sotfraktionen på 0,09 är för polyester. Det kan jämföras med sotfraktioner på 0,227 för det sotigaste bränslet (ett polyuretanskum), 0,01 för etan och 0 för metan för vilket ingen stabil sotande flamma kan existera (Turns, 2000). Dessa sotfraktioner är framtagna vid välventilerade förhållanden medan branden från Björn Johanssons försök uppenbart blir underventilerad (effekten går snabbt ner och lägger sig på en konstant nivå) på grund av inskränkande verkan av öppningen. På grund av detta bör ännu sämre siktförhållanden än de erhållna ur simuleringen väntas.

Simuleringen följer en fördefinierad effektutveckling och tar alltså ingen hänsyn till möjlig brandspridning. Möjligheterna till flamspridning bedöms dock som små eftersom det utanför kapprummet i den södra korridoren inte finns någon brännbar inredning.

Alla förhållanden vid en brand står i relation till effektutveckling. Därför är det viktigt att försäkra sig att den simulerade branden följer den tänkta effektutvecklingen. Figur K4 visar de effektutvecklingen som erhöles som utdata från FDS jämförda med effektutvecklingen för representativt brandscenariot för de två simuleringar med full respektive halverad effekt.



Figur K4: Jämförelse mellan effektutveckling från FDS och representativt brandscenario. Den nedre kurvan motsvarar halverad effekt.

Det kan observeras att effektutvecklingarna från FDS följer relativt väl de fördefinierade effektutvecklingarna. För tider mindre än 100 sekunder underskattas dock

effektutvecklingar en aning. Eftersom maximal effekt ändå uppnås inom föreskriven tid (100 sekunder) förefaller inverkan av detta vara liten.

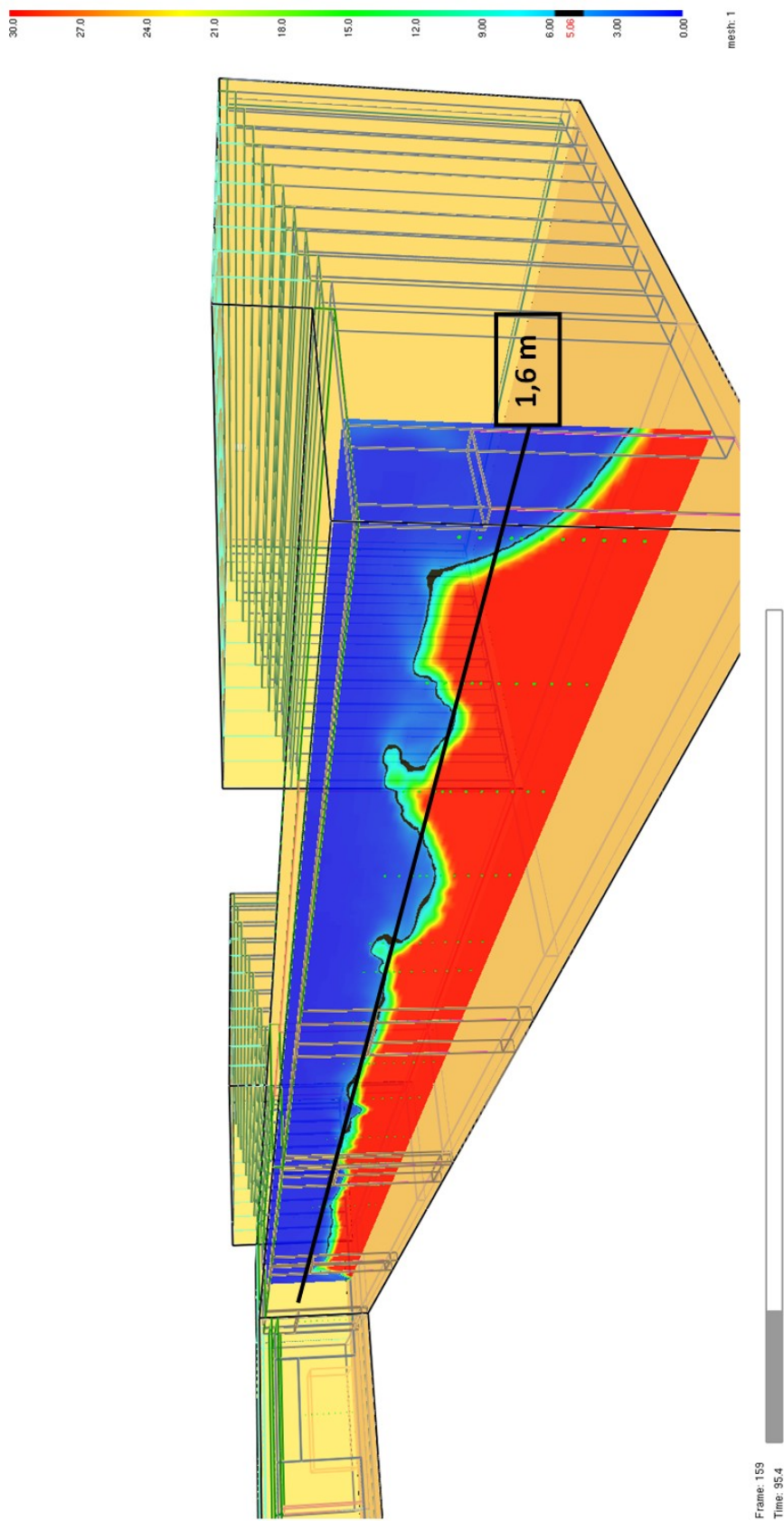
K.5 CFD-simulering med halverad effekt

Som en led i känslighetsanalys utfördes en CFD-simulering för kapprumsbranden med en vid varje tidpunkt halverad effektutveckling jämfört med testbrandscenario och oförändrade övriga förutsättningar. Det valdes en mindre effektutveckling eftersom 105 jackor brand i vilka stod som grunden för effektutveckling för testbrandscenario måste ses som övre gräns för hur mycket som kan förvaras i kapprummet.

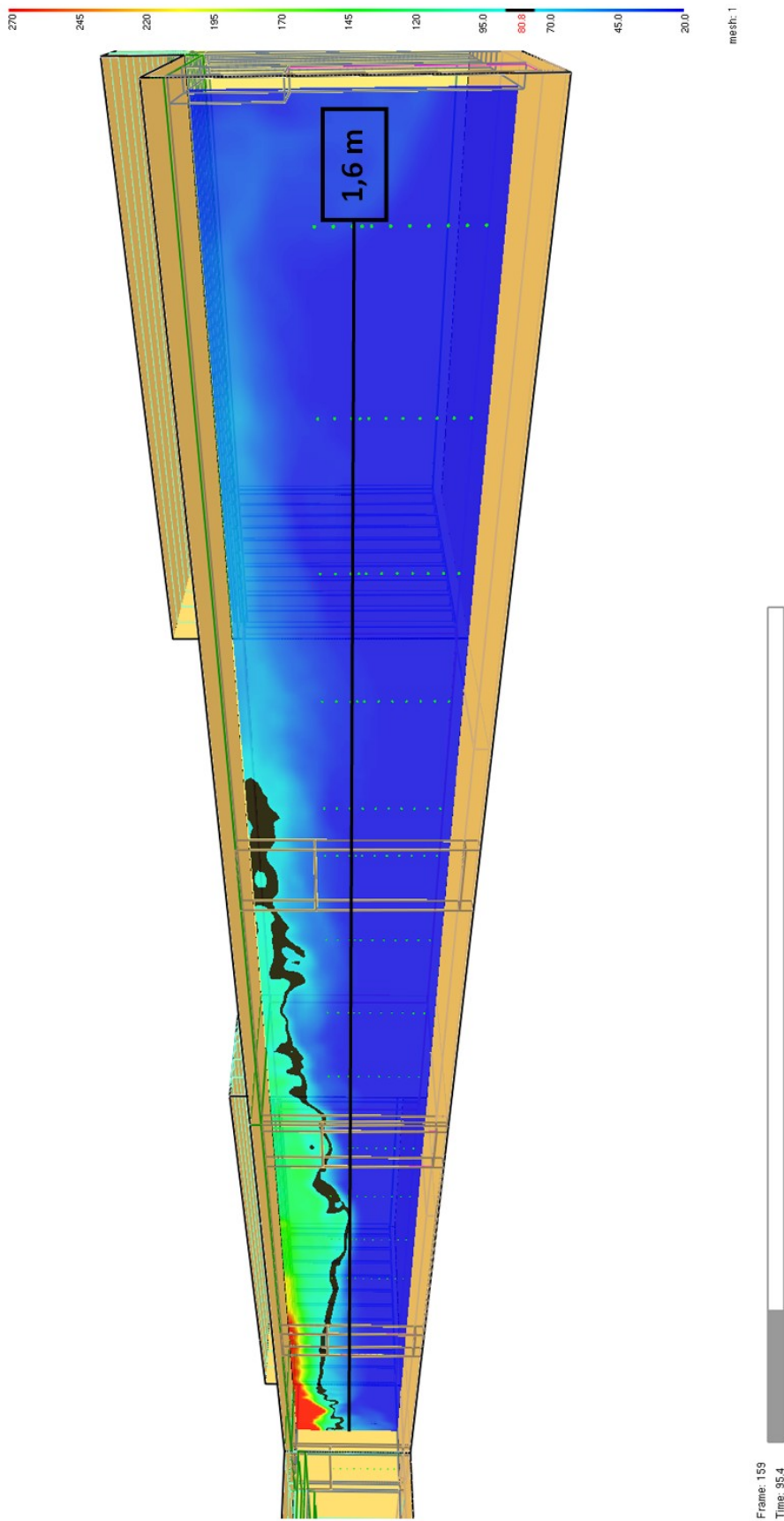
H.5.1 Resultat vid halverad effekt

Simuleringen visade att kritiska förhållanden inträffande senare jämfört med den representativa effektutvecklingen. Med avseende på sikt och rökfyllnad förlängs samtliga tidangivelser med ungefär 15 sekunder. Rökdetektorn närmast kapprummet aktiverar efter cirka 50 sekunder. Temperaturen blir aldrig kritisk längs med sträckan mellan C-salen och utrymningsvägen i kaféet som antas vara den väg den största delen av besökarna tar vid utrymningen. Koncentrationer av syre, koldioxid och kolmonoxid når inte heller några kritiska nivåer.

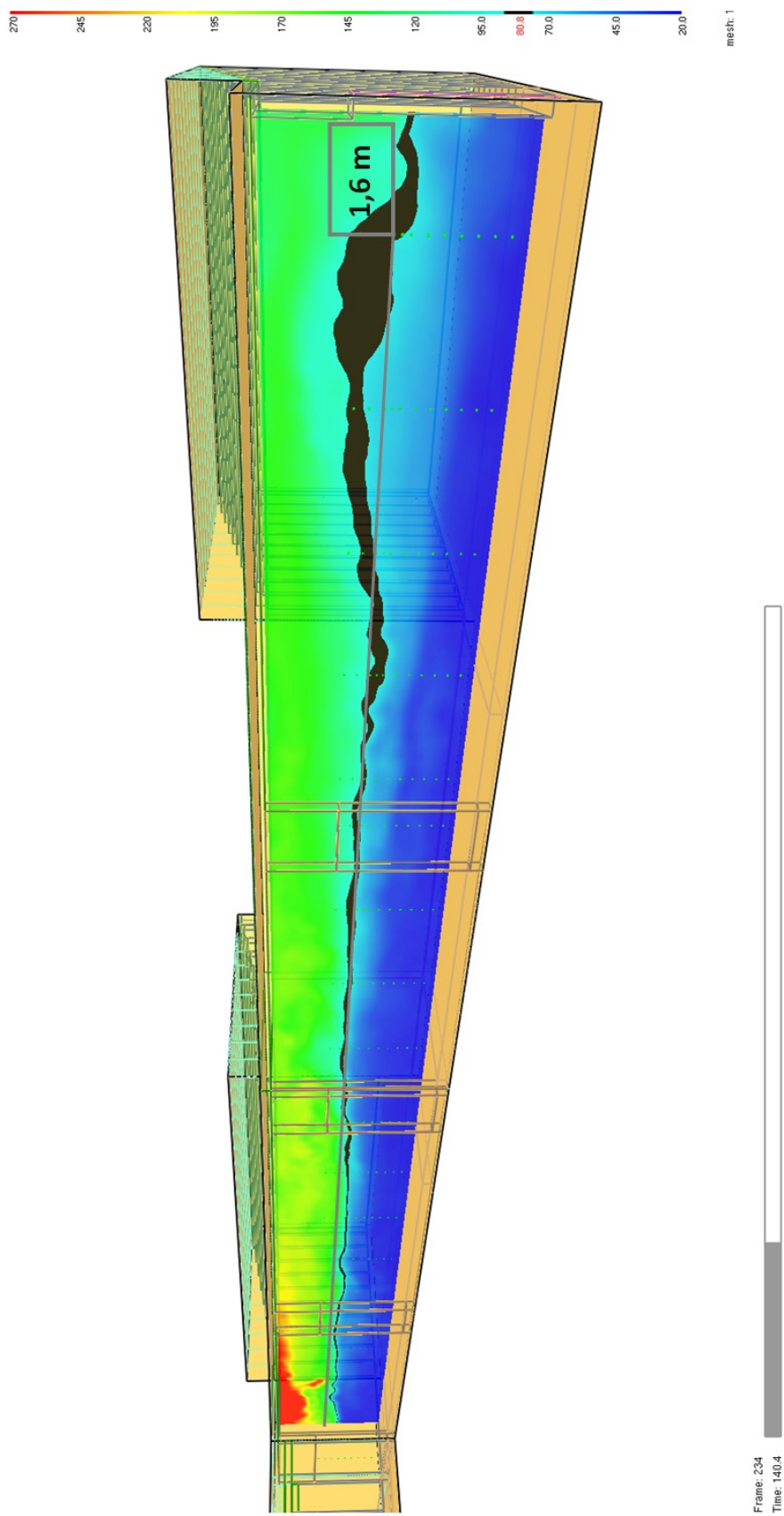
K.6 Bilder från CFD simulering



Figur K5: Sikten (m) i foajén efter 95 sekunder, isokonturen med ca fem meters sikt utritad.



Figur K6: Temperatur (°C) i foajén efter 95 sekunder, isokonturen för temperaturer 75-85 °C utritad.



Figur K7: Temperatur (°C) i foajén efter 140 sekunder, isokonturen för 75-80 °C utritad.

Bilaga L: Utrymningssimulering kapproomsbrand

L.1 Simulering av förflyttningstiden vid danstillställning

L.1.1 Inledande simulering av danstillställning

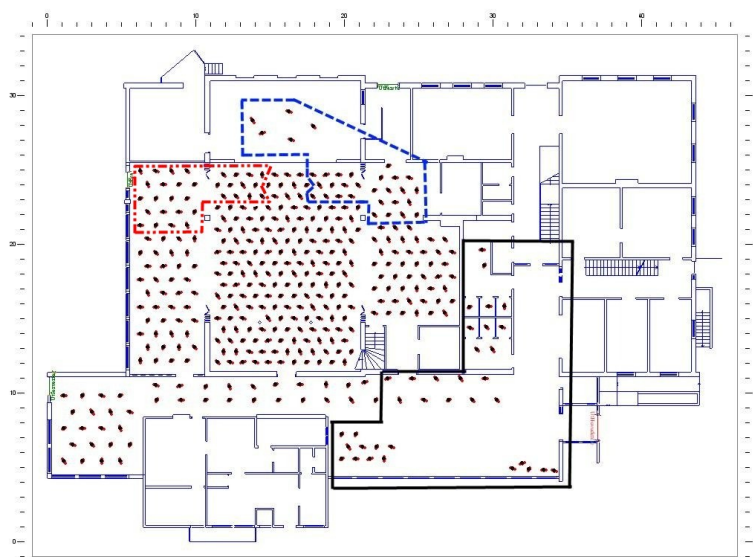
Totalt 400 personer fördelas enligt följande: 320 personer i A-, C- och E-salen och resterande 80 är utspidda i foajén, kaféet, toaletterna och på scenen på plan 1.

Utrymningsförloppet utmärker sig med att den mest intuitiva utrymningsvägen i form av huvudingången inte antas tillgänglig för besökare i A-, C- och E-salen på grund av den snabba brandutvecklingen i kapprummet. CFD-simuleringen av brandförloppet visar att kritiska förhållanden uppstår efter cirka 70 sekunder utanför C-salen, vilket innebär att den ej kan användas som utrymningsväg till huvudentrén.

Det antas i simuleringen att av 320 personer i A-, C- och E-salen kommer 32 personer utrymma via utrymningsväg i E-salen, likadant för farstun. Resterande besökare kommer söka sig till foajén och därefter utrymma via kaféet. Av 80 personer i foajén kommer 35 utrymma genom huvudentrén och resten via utrymningsvägen i kaféet. För en summering av hur många som utrymmer via respektive utrymningsväg, se tabell L1. För en bättre beskrivning av den antagna fördelningen för simuleringen, se figur L1.

Tabell L1: Fördelning över antal personer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för den första inledande simuleringen av danstillställning vid kapproomsbranden.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	35	8,75
Kafé	301	8
E-sal	32	8
Farstu	32	75,25
	400	100

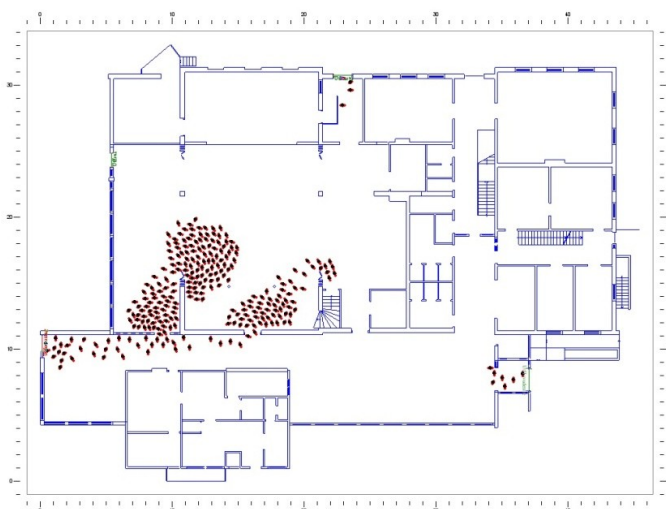


Figur L1: Grunduppställning för danstillställning vid kapprumsbranden.

L.1.2 Resultat – Simulering av danstillställning

Den simulerade förflyttningstiden blev 200 sekunder. Detta medför att tiden till genomförd utrymning blir långt över tiden till kritiska förhållanden nås. Tiden till kritiska förhållanden i foajén, enligt det simulerade brandförloppet är ungefär 90 sekunder.

Den inledande simuleringen medför att en större köbildning uppstår vid E-salens dörr till kaféet, se figur L2. Detta medför en längre förflyttningstid som inte bedöms verklighetstrogen. För att kompensera detta fenomen ändras fördelningen av personerna i en justerad simulering. Det bedöms mer sannolikt att fler av besökarna inser att det finns en bättre utrymningsväg via E-salen, vilket gör att ett större antal personer tillåts utrymma här istället för genom kaféet.



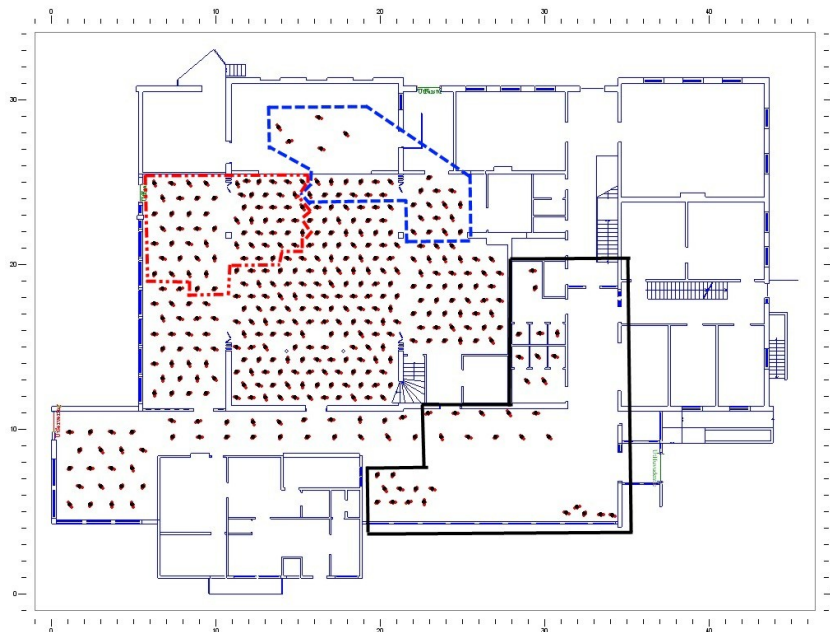
Figur L2: Köbildning vid inledande simuleringen av kapprumsbranden.

De personer som antas utrymma genom huvudentrén har en förflyttningstid på 10-15 sekunder, vilket är mycket snabbt. I verkligheten kan detta diskuteras om det rimligt då de måste passera kapprummet eller i anslutning till det. Dock är det viktigt att poängtera att dessa personer antagligen upptäcker branden tidigare än den stora folkmassan på dansgolvet. Det medför att deras möjligheter att klara utrymningen är mycket större.

Förflyttningstiderna till E-salens och farstuns utrymningsväg är korta och sker enligt upplägget för simuleringen. För att förbättra simuleringen rimlighet ändras förutsättningarna enligt tabell L2. För en beskrivande figur av den antagna fördelningen av besökare, se Figur L3.

Tabell L2: Fördelning över antal personer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för justerad simuleringen av danstillställning vid kapproomsbrand.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	35	8,75
Kafé	269	67,25
E-sal	64	16
Farstu	32	8
	400	100



Figur L3: Justerad danstillställning vid kapproomsbranden.

L.1.3 Resultat - Justerad simulering av danstillställning

Den beräknade förflyttningstiden, se tabell L3, sjunker med ungefär 30 sekunder jämfört med den inledande simuleringen.

Tabell L3: Förflyttningstider för justerad simulering av danstillställning vid kapprumsbranden.

Personkategori	Förflyttningstid [s]
1,4 m/s	140
Pendlare	170
1 m/s	210

Problemet med köbildning vid E-salens dörr till foajén kvarstår men är inte lika påtagligt. Detta medför att förflyttningstiden förbättras. Denna simulering av danstillställningen bör bättre motsvara ett verkligt scenario jämfört med den inledande simuleringen. Svårigheter i att bedöma hur många som förväntas välja en specifik utrymningsväg kvarstår dock. För att kontrollera rimligheten görs en simulering med antagen optimal fördelning av besökarna, enligt tabell L4. För en bättre beskrivning av den antagna fördelningen för simuleringen, se figur L4. Beskrivningen som kallas ”optimal fördelning” kan vara något missvisande då den egentligen bara innebär att besökarna i samlingslokalen antas fördela sig jämt mellan de tre tillgängliga utrymningsvägarna.

Tabell L4: Fördelning över antal personer som utrymmer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för simulering av danstillställning med optimal fördelning vid kapprumsbranden.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	35	8,75
Kafé	168	42
E-sal	96	24
Farstu	101	25,25
	400	100



Figur L4: Danstillställning med "optimal fördelning" vid kapprumsbranden.

L.1.4 Resultat – Danstillställning med optimal fördelning

Simuleringen är genomförd för att visa hur stor skillnaden kan bli mellan en mer verklighetstrogen och en idealisk utrymning. Den beräknade förflyttningstiden ges av tabell L5. Förflyttningstiden sjunker med över en minut jämfört med den justerade simuleringen ovan.

Tabell L5: Förflyttningstider för simulering av danstillställning med optimal fördelning vid kapprumsbranden.

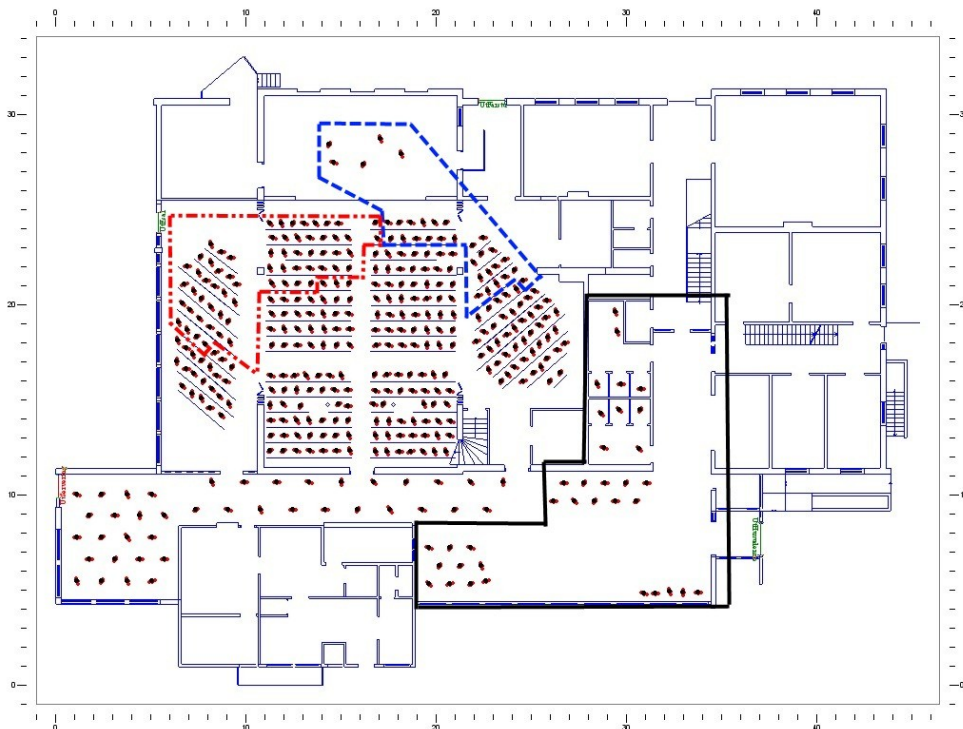
Personkategori	Förflyttningstid [s]
1,4 m/s	80
Pendlare	90
1 m/s	110

L.2 Simulering av förflyttningstiden vid sittande tillställning

Eftersom stolar medför längre gångsträckor och trångare passager medför detta längre förflyttningstider. För att göra en enkel kontroll av hur lång förflyttningstiden blir, har en simulering med fördelning av sittande gästerna gjorts enligt tabell L5. För en bättre beskrivning av den antagna fördelningen för simuleringen, se figur L5. Fördelningen av besökarna liknar den justerade simuleringen för danstillställningen som är beskriven ovan.

Tabell L5: Fördelning över antal personer som utrymmer per utrymningsväg. Fördelningen gäller för kapprummsbranden vid sittande tillställning.

Utrymningsväg	Antal [st]	Andel [%]
Huvudentré	35	8,75
Kafé	269	67,25
E-sal	64	16
Farstu	32	8
	400	100



Figur L5: Sittande tillställning vid kapprummsbranden.

L.2.1 Resultat – Sittande tillställning

Förflyttningstiden, se tabell L6, ökar jämfört med den tidigare simulerade danstillställningen, vilket är rimligt då stolar utgör ett hinder som ökar förflyttningstiden. Köbildning uppstår vid A- och E-salen. Detta fenomen gör att tiden till genomförd utrymning antagligen överskattas något då de besökare som hamnar i köbildningen förmodligen kommer reagera över detta och söka sig till utrymningsvägen via E-salen eller farstun.

Tabell L6: Förflyttningstider för simulering av sittande tillställning vid kapprumsbranden.

Personkategori	Förflyttningstid [s]
1,4 m/s	150
Pendlare	190
1 m/s	220

L.3 Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen

I tabell L7 och L8 redovisas tiden till kritiska förhållanden och tiden genomförd utrymning vid kapprumsbranden samt vald fördelning för dessa.

Tabell L7: Förflyttningstiden för de olika utrymningssimuleringarna vid kapprumsbranden.

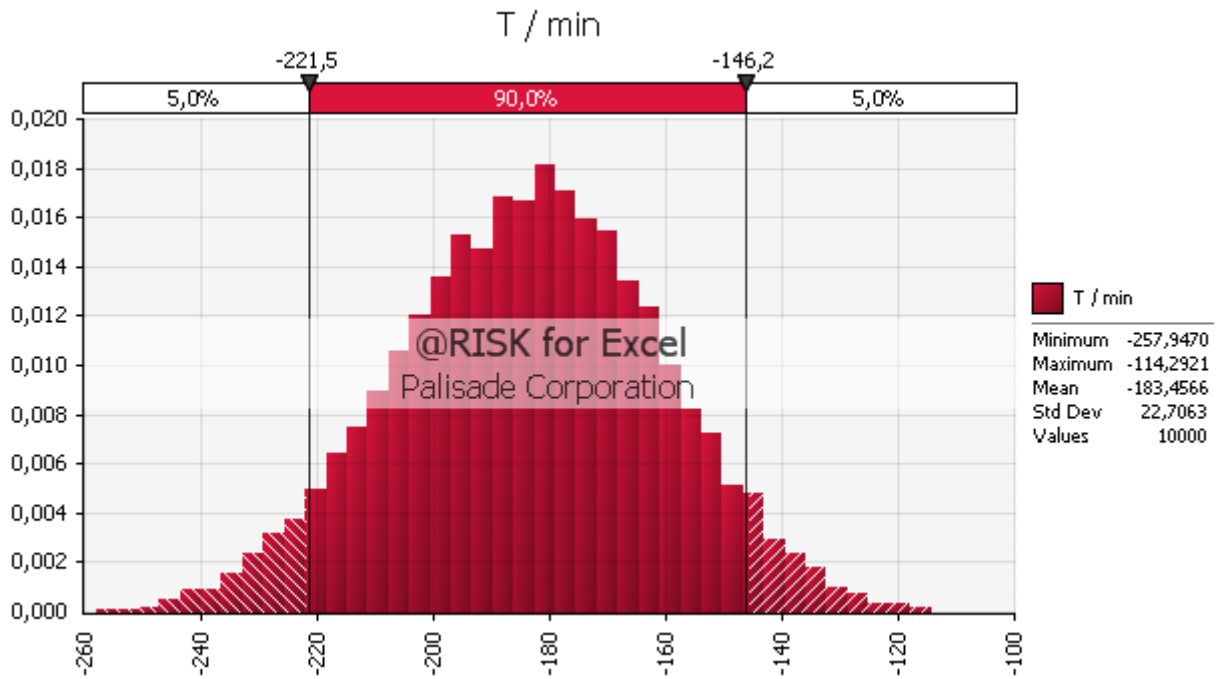
Utrymningsförlopp	Förflyttningstid		
	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Danstillställning (justerad)	140	170	210
Danstillställning (optimal)	80	90	110
Sittande tillställning	150	190	220

Tabell L8: Antagna tider och fördelningar till osäkerhetsanalysen av tidsmarginalen.

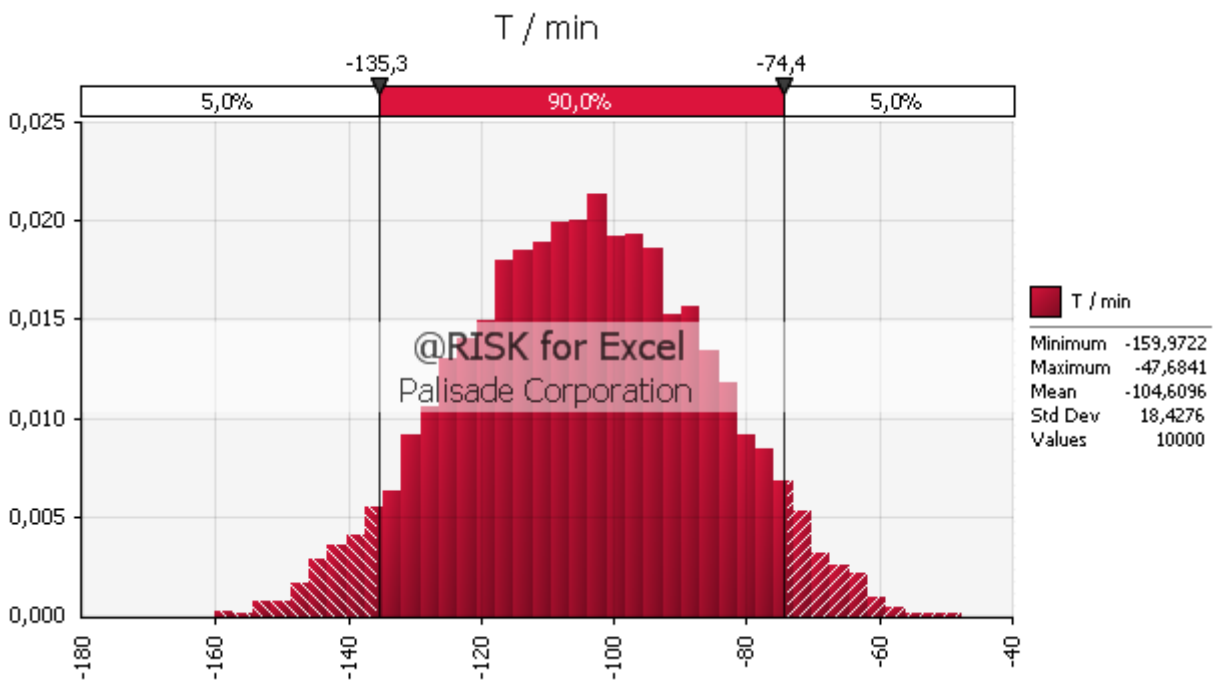
Antagna värden	Vald fördelning	Minimum [s]	Medel [s]	Maximum [s]
Varseblivningstid	Likformig	20	40	60
Förberedelsetid	Likformig	40	60	80
Förflyttningstid*	Triangulär	*	*	*
Tid till kritiska förhållanden	Likformig	80	90	100

*Förflyttningstiden är beroende på undersökt utrymningsförlopp (se tabell L7).

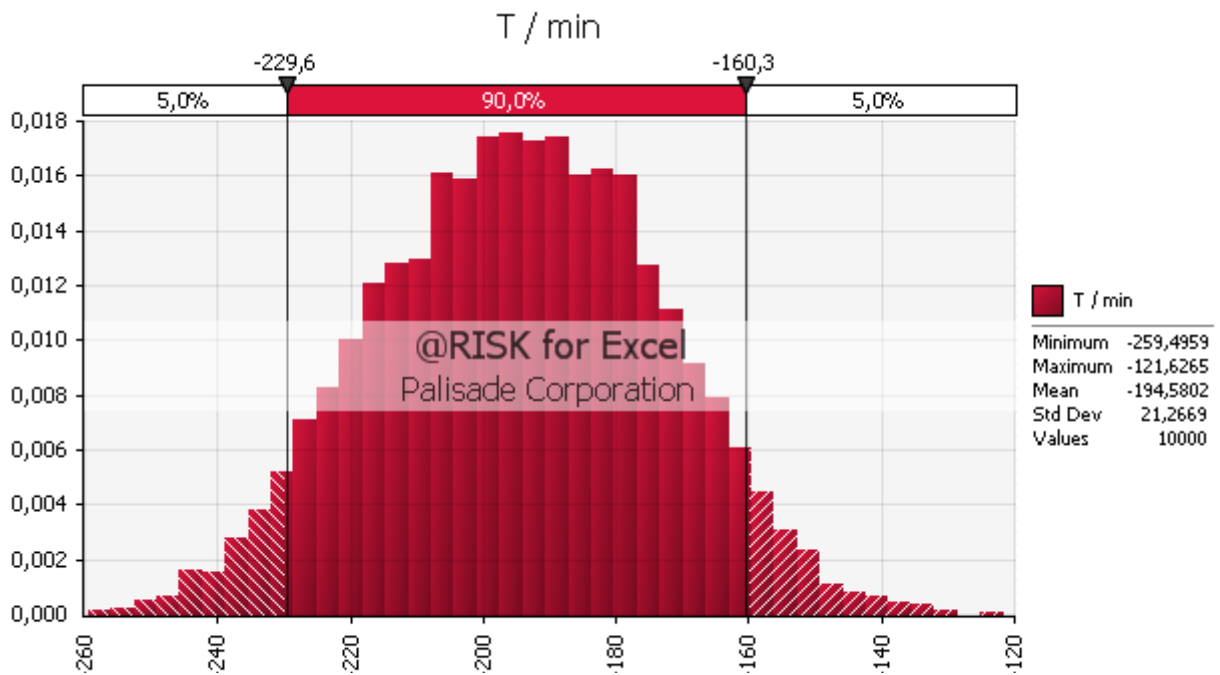
En likformig fördelning väljs i de fall där osäkerheterna i variablerna är stora. Osäkerheten beror på svårigheter att uppskatta tiderna då det finns lite statistik för variablerna. Att en triangulär fördelning valts för förflyttningstiden beror på att större vikt och tanke har lagts på denna variabel i form att tre olika simulerade gånghastigheter/personkategorier. Medelvärde i den triangulära fördelningen anses vara det värde som bäst ska motsvara fördelningen mellan besökarna vid de simulerade arrangemangen. I figur L6 till L8 redovisas fördelningen av den beräknade tidsmarginalen för de tre scenarierna. Det visar sig att det med stor sannolikhet inte går att utrymma innan kritiska förhållanden uppstår vid givna antaganden. Antal iterationer är satt till 10000.



Figur L6: Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen vid kapprumsbranden under danstillställning (justerad).



Figur L7: Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen vid kapprumsbranden under danstillställning (optimal).



Figur L8: Osäkerhetsanalys av tidsmarginalen vid kapprumsbranden under sittande tillställning.

Bilaga M: Handberäkning av utrymningstider

Syftet med handberäkningen är att jämföra de erhållna utrymningstiderna med tider erhållna ur simuleringar i Simulex.

M.1 Formler för beräkning av utrymningstiden

Utrymningstiden kan beräknas som summan av varseblivningstiden, beslut och reaktionstiden samt förflyttningstiden.

$$t_{utrymning} = t_{varseblivning} + t_{förberedelse} + t_{förflyttning} \quad (M1)$$

En simulering i Simulex beräknar förflyttningstiden vilket även kan beräknas med en enklare handräkningsmodell. Enligt denna metod består utrymningstiden av den längsta tid det tar att gå till en utrymningsväg och den tid det tar att passera dörren (Brandteknik, 2005), se ekvation (M2).

$$t_{förflyttning} = t_{gång} + t_{dörr} \quad (M2)$$

Den längsta tiden det tar att gå till utrymningsväg kan beräknas enligt ekvation (M3).

$$t_{gång} = \frac{L}{v} \quad (M3)$$

Tiden för dörrpassage beror på antalet personer som ska passera dörren och dörrens kapacitet, ekvation (M4).

$$t_{dörr} = \frac{N}{Bf} \quad (M4)$$

$L [m]$	längsta gångavståndet till dörren ifråga
$v [m/s]$	gånghastighet
$N [-]$	antalet personer som ska passera en dörr
$B [m]$	dörrens bredd
$f [1/sm]$	dimensionerande personflöde genom dörren

M.2 Kapprumsbrand, danstillställning

Vid detta utrymningsförlopp kommer personer söka sig till huvudingången till A-salen och dörren från E-salen till foajén varför utrymningstiden kommer avgöras av hur fort utrymningen kan ske genom dessa dörrar. Simuleringar i Simulex visar också att när väl dörren passerats går utrymningen smidigt till varför beräkningen nedanför endast avser utrymningstiden för utrymning till foajén.

I beräkningen kommer varseblivningstid antas till 40 sekunder och förberedelsetiden till 60 sekunder. Beräkningen görs på E-salens dörr med antagandet att 55 % av besökare som utrymmer till foajén (142 personer) väljer denna dörr.

Vid hög persontäthet kan gånghastighet på horisontell yta antas vara 0,6 m/s medan personflöde (för känd dörr) till 1,1 person/ms. Det längsta gångavståndet till utrymningsdörren är 25 m. Bredden på E-salens dörr är 1,2 m och vid utrymningsförlopp 1 söker sig 142 personer till denna dörr.

Med detta givet kan förflyttningstiden beräknas till 150 sekunder och den totala utrymningstiden blir följaktligen 250 sekunder.

M.3 A-salsbrand, danstillställning

I detta scenario utgör E-salens dörr en ännu kraftigare begränsning av utrymningens snabbhet då hela 210 personer antas nyttja denna väg.

I beräkningen kommer varseblivningstid antas till 100 sekunder och förberedelsetiden till 60 sekunder. Med resterande indata som i förra beräkning, erhålls en förflyttningstid på 200 sekunder vilket ger sammanlagd utrymningsstid på 360 sekunder. Tiden avser precis som i beräkningen utrymningen till foajén, inte utomhus då den sista sträckan antas förlöpa friktionsfritt vilket också simuleringar tyder på med gubbar gående på linje.

M.4 A-salsbrand, sittande tillställning

Vid detta scenario kommer C-salens dörr vara den mest använda vid utrymningen med 136 besökare som väljer den. Det antas 100 sekunder som varseblivningstid och 60 sekunder som förberedelsetid. Förflyttningstid beräknas till 145 sekunder vilket ger total utrymningstid på 305 sekunder.

Bilaga N: Indatafilen till FDS

```
&HEAD CHID='BTR_kapprumsbrand',TITLE='Kapprumsbrand'/
```

```
Elementindelning 9 465 408
```

```
Kapprummet, korridoren, en del av foajén 2095488
```

```
&MESH IJK=28,136,72, XB=-2.8,-1.4, 0.0, 6.8, -0.2, 3.4/
&MESH IJK=136,100,72, XB=-1.4,5.4, 0.0, 5.0, -0.2, 3.4/
&MESH IJK=136,36,72, XB=-1.4,5.4, 5.0, 6.8, -0.2, 3.4/
&MESH IJK=50,136,72, XB=5.4,7.9, 0.0, 6.8, -0.2, 3.4/
```

```
Långfranskan 2782080
```

```
&MESH IJK=60,166,72, XB=-2.8, 0.2, 6.8, 15.1, -0.2, 3.4/
&MESH IJK=60,166,72, XB=-2.8, 0.2, 15.1, 23.4, -0.2, 3.4/
```

```
&MESH IJK=60,156,72, XB=-2.8, 0.2, 23.4, 31.2, -0.2, 3.4/
&MESH IJK=60,156,72, XB=-2.8, 0.2, 31.2, 39, -0.2, 3.4/
```

```
Lutande foajén stort 3188160
```

```
&MESH IJK=108,82,90, XB=-8.2,-2.8, 3.4,7.5,-0.2,4.3/
&MESH IJK=108,82,90, XB=-8.2,-2.8, 7.5,11.6,-0.2,4.3/
&MESH IJK=108,82,90, XB=-8.2,-2.8, 11.6,15.7,-0.2,4.3/
&MESH IJK=108,82,90, XB=-8.2,-2.8, 15.7,19.8,-0.2,4.3/
```

```
Lutande foajén kort 1399680
```

```
&MESH IJK=108,72,90, XB=-8.2,-2.8, 31.8,35.4,-0.2,4.3/
&MESH IJK=108,72,90, XB=-8.2,-2.8, 35.4,39,-0.2,4.3/
```

```
&TIME T_END=420.0/
```

```
&DUMP DT_RESTART=100./
```

```
Strålning (SFPE, Table 3-11.12)
```

```
&MISC RADIATION= .TRUE.,SURF_DEFAULT='afBetong' /
&RADI RADIATIVE_FRACTION=0.4/
```

```
Reaktion (SFPE, Table 3-4.14, Table 3-4.16, Johansson 2004)
```

```
&REAC ID = 'POLYESTER'
SOOT_YIELD = 0.09
C = 10.
H = 14.
HEAT_OF_COMBUSTION = 21000.
IDEAL = .FALSE. /
```

```
Väggegenskaper definieras, (Burström, 2007)
```

```
Betongväggar
```

```
&MATL ID = 'betong'
CONDUCTIVITY = 1.7
SPECIFIC_HEAT = 1
DENSITY = 2300. /
```

```
&SURF ID = 'afBetong'
MATL_ID = 'betong'
BACKING = 'EXPOSED'
THICKNESS = 0.2 /
```

```
Träväggar
```

```
&MATL ID = 'trae'
```



```
CONDUCTIVITY = 0.14  
SPECIFIC_HEAT = 1.6  
DENSITY = 500. /
```

```
&SURF ID = 'afTrae1'  
MATL_ID = 'trae'  
BACKING = 'EXPOSED'  
THICKNESS = 0.03 /
```

```
&SURF ID = 'afTrae2'  
MATL_ID = 'trae'  
BACKING = 'EXPOSED'  
THICKNESS = 0.1 /
```

Glasvägg

```
&MATL ID = 'glas'  
CONDUCTIVITY = 1  
SPECIFIC_HEAT = 0.72  
DENSITY = 2500. /
```

```
&SURF ID = 'afGlas'  
MATL_ID = 'glas'  
BACKING = 'EXPOSED'  
THICKNESS = 0.005 /
```

Branden definieras

```
&SURF ID='FIRE',HRRPUA=683.333,COLOR='RED',RAMP_Q='fireramp' /
```

```
&RAMP ID='fireramp',T=0.0, F=0.0 /  
&RAMP ID='fireramp',T=25, F=0.125 /  
&RAMP ID='fireramp',T=50, F=0.325 /  
&RAMP ID='fireramp',T=75, F=0.75 /  
&RAMP ID='fireramp',T=100, F=1.0 /  
&RAMP ID='fireramp',T=125, F=0.625 /  
&RAMP ID='fireramp',T=150, F=0.375 /  
&RAMP ID='fireramp',T=175, F=0.2 /  
&RAMP ID='fireramp',T=200, F=0.175 /  
&RAMP ID='fireramp',T=300, F=0.125 /  
&RAMP ID='fireramp',T=500, F=0.098 /  
&RAMP ID='fireramp',T=600, F=0.0 /
```

```
&OBST XB=1.2, 4.2, 0.2, 2.2, 0.0, 1.5 ,SURF_IDS='FIRE','INERT','INERT' /
```

Geometrin

Kaprummet

Bakre väggen
&OBST XB=0.2, 5.4, 0.0, 0.2, 0.0, 2.6 COLOR='ANTIQUE WHITE 4 ' /

Högra väggen
&OBST XB=5.2, 5.4, 0.2, 3.4, 0.0, 2.6 COLOR='DARK SALMON ' /

Främre väggen
&OBST XB=0.2, 7.7, 3.4, 3.6, 0.0, 2.8 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4 ' /

Golvet
&OBST XB=0.2,5.4,0.0,3.4,-0.2,0.0 COLOR='BURLY WOOD 3' /

Öppningen
&HOLE XB=1.0,4.0, 3.39, 3.61, 0.0, 2.0 /

Taket
&OBST XB=0.2, 5.4, 0.0, 3.4, 2.6, 2.8 COLOR='GREEN 4' /

Utfyllnader

Högra sidan
&OBST XB=5.4, 7.9, 0.0, 3.4, -0.2, 2.8 COLOR='AQUAMARINE'/

Ovanför taket
&OBST XB=0.2, 7.9, 0.0, 3.4, 2.8, 3.2 COLOR='AQUAMARINE'/
&OBST XB=0.0, 7.9, 0.0, 3.4, 3.2, 3.4 COLOR='AQUAMARINE'/

Korridoren utanför

Golvet
&OBST XB=0.2, 7.7, 3.4, 6.8, -0.2, 0.0 COLOR='BURLY WOOD 3'/

Taket
&OBST XB=0.2, 7.9, 3.4, 6.8, 2.8, 3.0 COLOR='GREEN 4'/

Kortväggen med dörren
&OBST XB=7.7, 7.9, 3.4, 6.8, -0.2, 2.8/

Långväggen
&OBST XB=0.2, 7.7, 6.6, 6.8, 0.0, 2.8 COLOR='AQUAMARINE 3'/

Utfyllnaden ovanför foajéns tak
&OBST XB=0.2, 7.9, 3.4, 6.8, 3.0, 3.4 COLOR='AQUAMARINE'/

Foajén

Väggen den längsta
&OBST XB=0.0, 0.2, 0.0, 39, -0.2, 3.2 COLOR='NAVAJO WHITE 3 '/
&HOLE XB=-0.01, 0.21, 13.4, 14.6, 0.0, 2.1/
&HOLE XB=-0.01, 0.21, 22, 23.2, 0.0, 2.1/
&HOLE XB=-0.01, 0.21, 29, 30.2, 0.0, 2.1/

Atmosfären
&VENT XB=0.2, 0.2, 13.4, 14.6, 0.0, 2.1, SURF_ID='OPEN' /
&VENT XB=0.2, 0.2, 22, 23.2, 0.0, 2.1, SURF_ID='OPEN'/
&VENT XB=0.2, 0.2, 29, 30.2, 0.0, 2.1, SURF_ID='OPEN'/

Öppningen mot foajén
&HOLE XB=-0.01,0.21, 3.6, 6.6, 0.0, 2.1 /

Golvet det stora
&OBST XB=-8.2, 0.0, 3.4, 19.8, -0.2, 0.0 COLOR='BURLY WOOD 3'/

Golvet det långa
&OBST XB=-2.8, 0.0, 19.8, 39, -0.2, 0.0 COLOR='BURLY WOOD 3'/

Golvet det lilla
&OBST XB=-8.2, 0.0, 31.8, 39, -0.2, 0.0 COLOR='BURLY WOOD 3'/

Väggen vid ingången kort
&OBST XB=-3.3, 0.0, 3.4, 3.6, 0.0, 3.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/

Utfyllnaden vid ingången
&OBST XB=-2.8, 0.0, 0.0, 3.4, -0.2, 3.4 COLOR='AQUAMARINE'/

Taket det långa
&OBST XB=-2.8, 0.2, 3.4, 39, 3.2, 3.4 COLOR='GREEN 4',SURF_ID = 'afTrae2'/

Väggen långt bort
&OBST XB=-3.3, 0.0, 38.8, 39, 0.0, 3.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&HOLE XB=-1.0, 0.0, 38.7, 39.1, 0.0, 2.2/

Atmosfär
&VENT XB=-1.0, 0.0, 39, 39, 0.0, 2.2, SURF_ID='OPEN'/

Lutande taket

```

&OBST XB=-3.3, -2.8, 3.4, 19.8, 3.2, 3.3 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-3.8, -3.3, 3.4, 19.8, 3.3, 3.4 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 3.4, 19.8, 3.4, 3.5 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 3.4, 19.8, 3.5, 3.6 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 3.4, 19.8, 3.6, 3.7 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-5.8, -5.3, 3.4, 19.8, 3.7, 3.8 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 3.4, 19.8, 3.8, 3.9 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 3.4, 19.8, 3.9, 4.0 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 3.4, 19.8, 4.0, 4.1 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 3.4, 19.8, 4.1, 4.2 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-8.2, -7.8, 3.4, 19.8, 4.2, 4.3 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/

&OBST XB=-3.3, -2.8, 31.8, 39, 3.2, 3.3 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-3.8, -3.3, 31.8, 39, 3.3, 3.4 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 31.8, 39, 3.4, 3.5 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 31.8, 39, 3.5, 3.6 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 31.8, 39, 3.6, 3.7 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-5.8, -5.3, 31.8, 39, 3.7, 3.8 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 31.8, 39, 3.8, 3.9 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 31.8, 39, 3.9, 4.0 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 31.8, 39, 4.0, 4.1 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 31.8, 39, 4.1, 4.2 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/
&OBST XB=-8.2, -7.8, 31.8, 39, 4.2, 4.3 COLOR='PALE GREEN 4 ' ,SAWTOOTH=.FALSE.,SURF_ID =
'afTrae2'/

```

Utfyllnader över det lutande taket

```

&OBST XB=-3.3, -2.8, 3.4, 19.8, 3.3, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-3.8, -3.3, 3.4, 19.8, 3.4, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 3.4, 19.8, 3.5, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 3.4, 19.8, 3.6, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 3.4, 19.8, 3.7, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-5.8, -5.3, 3.4, 19.8, 3.8, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 3.4, 19.8, 3.9, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 3.4, 19.8, 4.0, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 3.4, 19.8, 4.1, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 3.4, 19.8, 4.2, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/

&OBST XB=-3.3, -2.8, 31.8, 39, 3.3, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-3.8, -3.3, 31.8, 39, 3.4, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 31.8, 39, 3.5, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 31.8, 39, 3.6, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 31.8, 39, 3.7, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/

```

```
&OBST XB=-5.8, -5.3, 31.8, 39, 3.8, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 31.8, 39, 3.9, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 31.8, 39, 4.0, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 31.8, 39, 4.1, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 31.8, 39, 4.2, 4.3 COLOR='AQUAMARINE '/
```

Väggen med ingången under lutningen

```
&OBST XB=-3.8, -3.3, 3.4, 3.6, 0.0, 3.3 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 3.4, 3.6, 0.0, 3.4 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 3.4, 3.6, 0.0, 3.5 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 3.4, 3.6, 0.0, 3.6 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-5.8, -5.3, 3.4, 3.6, 0.0, 3.7 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 3.4, 3.6, 0.0, 3.8 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 3.4, 3.6, 0.0, 3.9 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 3.4, 3.6, 0.0, 4.0 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 3.4, 3.6, 0.0, 4.1 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-8.2, -7.8, 3.4, 3.6, 0.0, 4.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
```

Väggen långt bort under lutande taket

```
&OBST XB=-3.8, -3.3, 38.8, 39, 0.0, 3.3 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 38.8, 39, 0.0, 3.4 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 38.8, 39, 0.0, 3.5 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 38.8, 39, 0.0, 3.6 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-5.8, -5.3, 38.8, 39, 0.0, 3.7 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 38.8, 39, 0.0, 3.8 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 38.8, 39, 0.0, 3.9 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 38.8, 39, 0.0, 4.0 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 38.8, 39, 0.0, 4.1 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
&OBST XB=-8.2, -7.8, 38.8, 39, 0.0, 4.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4'/
```

Väggen under lutande taket innan köket

```
&OBST XB=-3.3, -2.8, 19.6, 19.8, 0.0, 3.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-3.8, -3.3, 19.6, 19.8, 0.0, 3.3 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 19.6, 19.8, 0.0, 3.4 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 19.6, 19.8, 0.0, 3.5 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 19.6, 19.8, 0.0, 3.6 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-5.8, -5.3, 19.6, 19.8, 0.0, 3.7 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 19.6, 19.8, 0.0, 3.8 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 19.6, 19.8, 0.0, 3.9 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 19.6, 19.8, 0.0, 4.0 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 19.6, 19.8, 0.0, 4.1 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-8.2, -7.8, 19.6, 19.8, 0.0, 4.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
```

Väggen under det lutande taket efter köket

```
&OBST XB=-3.3, -2.8, 31.8, 32, 0.0, 3.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-3.8, -3.3, 31.8, 32, 0.0, 3.3 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-4.3, -3.8, 31.8, 32, 0.0, 3.4 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-4.8, -4.3, 31.8, 32, 0.0, 3.5 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-5.3, -4.8, 31.8, 32, 0.0, 3.6 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-5.8, -5.3, 31.8, 32, 0.0, 3.7 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-6.3, -5.8, 31.8, 32, 0.0, 3.8 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-6.8, -6.3, 31.8, 32, 0.0, 3.9 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-7.3, -6.8, 31.8, 32, 0.0, 4.0 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-7.8, -7.3, 31.8, 32, 0.0, 4.1 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
&OBST XB=-8.2, -7.8, 31.8, 32, 0.0, 4.2 COLOR='LIGHT STEEL BLUE 4',SURF_ID = 'afTrael'/
```

Köksbarens vägg

```
&OBST XB=-2.8,-2.6, 19.6, 32.0,0.0,3.2 COLOR='SALMON 2',SURF_ID = 'afTrael'/
```

Väggen när den är som högst

```
&OBST XB=-8.2, -8.0, 3.6, 19.6, 0.0, 4.2 COLOR='AQUAMARINE 3',SURF_ID = 'afGlas'/
```

```
&OBST XB=-8.2, -8.0, 32, 38.8, 0.0, 4.2 COLOR='AQUAMARINE 3',SURF_ID = 'afGlas'/
```

Utdata

CutPlanes

Snittet genom mitten på kapprummets öppning

```
&SLCF PBX=2.7, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBX=2.7, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBX=2.7, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snittet längs genom kapprummet

```
&SLCF PBY=1.8, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBY=1.8, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBY=1.8, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snittet genom foajén och mitten på huvudutgången

```
&SLCF PBX=-3.6, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBX=-3.6, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBX=-3.6, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snittet lite längre bort

```
&SLCF PBX=-6.5, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBX=-6.5, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBX=-6.5, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snittet genom mitten på den långa korridoren

```
&SLCF PBX=-1.4, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBX=-1.4, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBX=-1.4, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snittet genom korridoren utanför kapprummet

```
&SLCF PBY=5.1, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBY=5.1, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBY=5.1, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

```
&SLCF PBY=6.8, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBY=6.8, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBY=6.8, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snitt genom hela byggnaden

```
&SLCF PBZ=1.5, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBZ=1.5, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBZ=1.5, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snitt genom C-salens dörr

```
&SLCF PBY=14, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBY=14, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBY=14, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snitt genom A-salens dörr

```
&SLCF PBY=22.6, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBY=22.6, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBY=22.6, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Snitt genom E-salens dörr

```
&SLCF PBY=29.6, QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE./  
&SLCF PBY=29.6, QUANTITY='TEMPERATURE'/  
&SLCF PBY=29.6, QUANTITY='VISIBILITY'/
```

Temperaturer, sikt & diverse gaser

Detektorer

I restaurangdelen 1

```
&DEVC ID='Det_1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -7.7, 7.1, 4.1/  
&DEVC ID='Det_1b' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -7.7, 7.1, 4.0/
```

```
&DEVC ID='SD_1', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=-7.7,7.1,4.1 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION', LENGTH=1.8,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /
```

```
&DEVC ID='SD_1b', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=-7.7,7.1,4.0 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION', LENGTH=1.8,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /
```

I restaurangdelen 2

```
&DEVC ID='Det_2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -7.7, 17.1, 4.1/
&DEVC ID='Det_2b' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -7.7, 17.1, 4.0/
```

```
&DEVC ID='SD_2', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=-7.7,17.1,4.1 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION', LENGTH=1.8,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /
```

```
&DEVC ID='SD_2b', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=-7.7,17.1,4.0 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION', LENGTH=1.8,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /
```

I kaffé

```
&DEVC ID='Det_3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -7.7, 34.2, 4.1/
&DEVC ID='Det_3b' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -7.7, 34.2, 4.0/
```

```
&DEVC ID='SD_3', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=-7.7,34.2,4.1 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION', LENGTH=1.8,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /
```

```
&DEVC ID='SD_3b', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=-7.7,34.2,4.0 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION', LENGTH=1.8,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.28 /
```

Utansför C-salens dörr och mot nödutgången

```
&DEVC ID='Temp_C1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 0.2/
&DEVC ID='Temp_C2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 0.4/
&DEVC ID='Temp_C3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 0.6/
&DEVC ID='Temp_C4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 0.8/
&DEVC ID='Temp_C5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 1.0/
&DEVC ID='Temp_C6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 1.2/
&DEVC ID='Temp_C7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 1.4/
&DEVC ID='Temp_C8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 1.6/
&DEVC ID='Temp_C9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 1.8/
&DEVC ID='Temp_C10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 7, 2.0/
```

```
&DEVC ID='Vis_C' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 7, 1.6/
&DEVC ID='wet CO_C', XYZ=-1.4, 7, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon monoxide' /
&DEVC ID='wet O_C', XYZ=-1.4, 7, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='oxygen' /
&DEVC ID='wet CO2_C', XYZ=-1.4, 7, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon dioxide' /
```

```
&DEVC ID='Temp_C1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 0.2/
&DEVC ID='Temp_C2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 0.4/
&DEVC ID='Temp_C3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 0.6/
&DEVC ID='Temp_C4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 0.8/
&DEVC ID='Temp_C5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 1.0/
&DEVC ID='Temp_C6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 1.2/
&DEVC ID='Temp_C7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 1.4/
&DEVC ID='Temp_C8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 1.6/
&DEVC ID='Temp_C9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 1.8/
&DEVC ID='Temp_C10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 14, 2.0/
```

```
&DEVC ID='Vis_C' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 14, 1.6/
&DEVC ID='wet CO_C', XYZ=-1.4, 14, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon monoxide' /
&DEVC ID='wet O_C', XYZ=-1.4, 14, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='oxygen' /
```

```
&DEVC ID='wet CO2_C', XYZ=-1.4, 14, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon dioxide' /
```

Utanför A-salens dörr och mot nödutgången

```
&DEVC ID='Temp_A1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 0.2/  
&DEVC ID='Temp_A2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 0.4/  
&DEVC ID='Temp_A3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 0.6/  
&DEVC ID='Temp_A4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 0.8/  
&DEVC ID='Temp_A5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 1.0/  
&DEVC ID='Temp_A6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 1.2/  
&DEVC ID='Temp_A7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 1.4/  
&DEVC ID='Temp_A8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 1.6/  
&DEVC ID='Temp_A9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 1.8/  
&DEVC ID='Temp_A10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 22.6, 2.0/
```

```
&DEVC ID='Vis_A' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 22.6, 1.6/  
&DEVC ID='wet CO_A', XYZ=-1.4, 22.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon  
monoxide' /  
&DEVC ID='wet O_A', XYZ=-1.4, 22.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='oxygen' /  
&DEVC ID='wet CO2_A', XYZ=-1.4, 22.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon  
dioxide' /
```

```
&DEVC ID='Temp_Aa1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 0.2/  
&DEVC ID='Temp_Aa2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 0.4/  
&DEVC ID='Temp_Aa3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 0.6/  
&DEVC ID='Temp_Aa4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 0.8/  
&DEVC ID='Temp_Aa5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 1.0/  
&DEVC ID='Temp_Aa6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 1.2/  
&DEVC ID='Temp_Aa7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 1.4/  
&DEVC ID='Temp_Aa8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 1.6/  
&DEVC ID='Temp_Aa9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 1.8/  
&DEVC ID='Temp_Aa10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 24.6, 2.0/
```

```
&DEVC ID='Vis_Aa' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 24.6, 1.5/
```

```
&DEVC ID='Temp_Ab1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 0.2/  
&DEVC ID='Temp_Ab2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 0.4/  
&DEVC ID='Temp_Ab3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 0.6/  
&DEVC ID='Temp_Ab4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 0.8/  
&DEVC ID='Temp_Ab5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 1.0/  
&DEVC ID='Temp_Ab6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 1.2/  
&DEVC ID='Temp_Ab7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 1.4/  
&DEVC ID='Temp_Ab8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 1.6/  
&DEVC ID='Temp_Ab9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 1.8/  
&DEVC ID='Temp_Ab10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 26.6, 2.0/
```

```
&DEVC ID='Vis_Ab' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 26.6, 1.5/  
&DEVC ID='wet CO_Ab', XYZ=-1.4, 26.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon  
monoxide' /  
&DEVC ID='wet O_Ab', XYZ=-1.4, 26.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='oxygen' /  
&DEVC ID='wet CO2_Ab', XYZ=-1.4, 26.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon  
dioxide' /
```

Utanför E-salens dörr och mot nödutgången

```
&DEVC ID='Temp_E1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 0.2/  
&DEVC ID='Temp_E2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 0.4/  
&DEVC ID='Temp_E3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 0.6/  
&DEVC ID='Temp_E4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 0.8/  
&DEVC ID='Temp_E5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 1.0/  
&DEVC ID='Temp_E6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 1.2/  
&DEVC ID='Temp_E7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 1.4/  
&DEVC ID='Temp_E8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 1.6/  
&DEVC ID='Temp_E9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 1.8/
```

```
&DEVC ID='Temp_E10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 29.6, 2.0/

&DEVC ID='Vis_E' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 29.6, 1.6/
&DEVC ID='wet CO_E' , XYZ=-1.4, 29.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon
monoxide' /
&DEVC ID='wet O_E' , XYZ=-1.4, 29.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='oxygen' /
&DEVC ID='wet CO2_E' , XYZ=-1.4, 29.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon
dioxide' /

&DEVC ID='Temp_Eb1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 0.2/
&DEVC ID='Temp_Eb2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 0.4/
&DEVC ID='Temp_Eb3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 0.6/
&DEVC ID='Temp_Eb4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 0.8/
&DEVC ID='Temp_Eb5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 1.0/
&DEVC ID='Temp_Eb6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 1.2/
&DEVC ID='Temp_Eb7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 1.4/
&DEVC ID='Temp_Eb8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 1.6/
&DEVC ID='Temp_Eb9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 1.8/
&DEVC ID='Temp_Eb10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 33.6, 2.0/

&DEVC ID='Vis_Eb' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 33.6, 1.5/
&DEVC ID='wet CO_Eb' , XYZ=-1.4, 33.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon
monoxide' /
&DEVC ID='wet O_Eb' , XYZ=-1.4, 33.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='oxygen' /
&DEVC ID='wet CO2_Eb' , XYZ=-1.4, 33.6, 1.6, QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC_ID='carbon
dioxide' /

&DEVC ID='Temp_Ed1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 0.2/
&DEVC ID='Temp_Ed2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 0.4/
&DEVC ID='Temp_Ed3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 0.6/
&DEVC ID='Temp_Ed4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 0.8/
&DEVC ID='Temp_Ed5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 1.0/
&DEVC ID='Temp_Ed6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 1.2/
&DEVC ID='Temp_Ed7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 1.4/
&DEVC ID='Temp_Ed8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 1.6/
&DEVC ID='Temp_Ed9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 1.8/
&DEVC ID='Temp_Ed10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= -1.4, 37.6, 2.0/

&DEVC ID='Vis_Ed' , QUANTITY='VISIBILITY', XYZ= -1.4, 37.6, 1.5/

I öppningen till korridoren som finns framför kapprummet

&DEVC ID='Temp_O1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 0.2/
&DEVC ID='Temp_O2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 0.4/
&DEVC ID='Temp_O3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 0.6/
&DEVC ID='Temp_O4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 0.8/
&DEVC ID='Temp_O5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 1.0/
&DEVC ID='Temp_O6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 1.2/
&DEVC ID='Temp_O7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 1.4/
&DEVC ID='Temp_O8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 1.6/
&DEVC ID='Temp_O9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 1.8/
&DEVC ID='Temp_O10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 0.1, 5.1, 2.0/

I öppningen till kapprummet

&DEVC ID='Temp_Oa1' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 0.2/
&DEVC ID='Temp_Oa2' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 0.4/
&DEVC ID='Temp_Oa3' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 0.6/
&DEVC ID='Temp_Oa4' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 0.8/
&DEVC ID='Temp_Oa5' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 1.0/
&DEVC ID='Temp_Oa6' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 1.2/
&DEVC ID='Temp_Oa7' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 1.4/
&DEVC ID='Temp_Oa8' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 1.6/
&DEVC ID='Temp_Oa9' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 1.8/
&DEVC ID='Temp_Oa10' , QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 2.7, 3.5, 2.0/

&TAIL/
```