

Brandteknisk riskvärdering av

Societetshuset på Marstrand

Lund 2010



Författare:

Jenny Axelsson
Anna Back
Axel Jönsson
Linn Svegrupp

Handledare:

Alexander Cedergren



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Brandteknisk riskvärdering

Societetshuset på Marstrand

Jenny Axelsson
Anna Back
Axel Jönsson
Linn Svegrup

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.

**Avdelningen för Brandteknik
och Riskhantering**

Lunds Tekniska Högskola

Box 118

221 00 Lund

Telefon: 046-222 73 00

Hemsida: www.brand.lth.se

E-postadress: brand@brand.lth.se

**Department of Fire Safety Engineering
and Systems Safety**

Faculty of Engineering

P.O. Box 118

SE-221 00 Lund

Sweden

Telephone: +46 46-222 73 00

Homepage: www.brand.lth.se

E-mail: brand@brand.lth.se

Titel

Brandteknisk riskvärdering av Societetshuset på Marstrand

Title

Fire Safety Evaluation of Societetshuset on Marstrand

Rapport/ Report

9370

Författare/ Authors

Jenny Axelsson

Anna Back

Axel Jönsson

Linn Svegrupp

Brandingenjörsprogrammet, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2010

Fire Safety Engineering Program, Lund Institute of Technology, 2010

© Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2010

Antal sidor/ Number of pages

129 (inkl. bilagor/incl. appendices)

Abstract

This report is a fire safety evaluation of Societetshuset on Marstrand. Its purpose is to focus on the human safety and evacuation possibilities. Societetshuset is mainly a restaurant, nightclub and a conference center, some nights there can be as much as 700 guests hosted in the building. Two scenarios have been analyzed through computer modeling and hand calculations, and the results were that the human safety in case of fire is unsatisfactory at the moment. Therefore a number of suggestions have been made to increase the safety level in Societetshuset. If these suggestions are ignored the maximum number of people in the building shall be set to 250 persons.

Nyckelord

brandteknisk riskvärdering, nattklubb, restaurang, brand, utrymning, personsäkerhet, Societetshuset på Marstrand, kritiska förhållanden, FDS, CFAST, Simulex, Detact QS, sprinkler.

Keywords

fire safety evaluation, nightclub, restaurant, fire, evacuation, human safety, Societetshuset on Marstrand, critical conditions, FDS, CFAST, Simulex, Detact QS, sprinkler.

Språk/Language

Svenska/Swedish

Omslagsfoto

Fotot är tagit från Societetshusets hemsida, (Marstrand, Societetshuset, 2010)

Förord

Författarna vill tacka följande personer för handledning och hjälp i samband med denna projektuppgift:

Alexander Cedergren, Doktorand, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH. För god handledning.

Patrick Van Hees, Professor i Brandteknik, Avdelningen för brandteknik och Riskhantering, LTH. För hjälp med FDS och för den tid som lagts ner på simuleringar.

Mats Balder, Brandingenjör, Räddningstjänsten Kungälv/Ale. För hjälp vid platsbesöket.

Anders Finn, Brandingenjör, Räddningstjänsten Kungälv/Ale. För hjälp med ritningar, dokumentation och dylikt.

Ulf Stenberg, Verksamhetsansvarig, Societetshuset på Marstrand. För hjälp vid platsbesöket och information om verksamheten och byggnaden.

Berit Andersson, Universitetsadjunkt, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH. För information om gasolhantering.

Lars Jensen, Professor, Avdelningen för Installationsteknik, LTH. För råd angående brandgasventilation.

Håkan Frantzich, Universitetslektor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH. För vägledning gällande utrymning.

Daniel Nilsson, Biträdande universitetslektor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, LTH. För vägledning gällande FDS och utrymningslarm.

Tack till alla ni andra som på olika sätt stöttat och hjälpt oss i arbetet. Ni vet vilka ni är.

Nomenklaturlista

A	Area [m ²]
A _f	Flammans area [m ²]
D	Brandhårdens diameter [m]
D _E	Eldklotets diameter [m]
H	Höjd [m]
L	Flamhöjd [m]
M	Massa [kg]
Q̇	Effektutveckling [W]
q̇"	Infallande strålning per areaenhet [W/m ²]
S	Kvot mellan långsida och kortsida på flamman [-]
T	Temperatur [K]
t _E	Eldklotets varaktighet [s]
α	Kvot mellan flammans area och avståndet till objekt utsatt för strålning [-]
ε	Emissivitet hos flamman [-]
σ	Stefan Boltzmanns konstant (5,67·10 ⁻⁸)[J/sm ² K ⁴]
Ø	Synfaktor [-]

Sammanfattning

Detta är en rapport som utvärderar personsäkerheten vid händelse av brand i Societetshuset på Marstrand. Arbetet skrevs i kursen brandteknisk riskvärdering på Brandingenjörprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Vid start gjordes avgränsningarna; att inte ta hänsyn till ekonomiska skador och att byggnaden förutsätts att ej kollapsa innan utrymningen slutförts.

Societetshuset på Marstrand är en kulturminnesmärkt träbyggnad i tre plan varav ett suterrängplan. Huset byggdes redan 1886 och genomgick en omfattande restaurering mellan 1998 och 2006. Den största delen av verksamheten är förlagd till sommarhalvåret då det bedrivs restaurang, nattklubb samt nöjes- och konferensverksamhet. Personantalet varierar mycket men vid de största arrangemangen kan upp till 700 personer förväntas vistas i huset.

För att bedöma Societetshusets brandskydd genomfördes först en genomgång av byggnaden och dess befintliga brandskydd samt utrymningsmöjligheter och statistik över tidigare bränder i liknade lokaler vartefter en grovanalys av tänkbara brandscenarier utfördes. Utifrån denna valdes de tre värsta tänkbara scenarierna ut; brand i förråd och brand i kök. För att vidare undersöka scenarierna utfördes handberäkningar och modellering i diverse datorprogram som FDS, CFAST, Simulex och Detact QS. Situationen ansågs i nuläget inte vara acceptabel med avseende på personsäkerhet.

Utifrån resultaten från de två scenarierna togs förslag på åtgärder fram och validerades. De åtgärder som togs fram delades in i två kategorier, de som skall genomföras och de som bör genomföras. De som skall genomföras för att nå en tillfredställande utrymning är:

- **Utforma trapphusen och köket till egna fungerande brandceller.**
- **Musiken skall automatiskt stängas av och ljuset tändas då utrymningslarmet går igång.**
- **Byta ut dagens utrymningslarm mot ett talat meddelande.**
- **Installera nödbelysning.**
- Regelbunden utbildning av personalen i enlighet med koncernens brandskyddspolicy.
- Byta lappar som säger "dörren är larmad" till "endast nödutgång".
- Konferencier skall vid ett events start informera om utrymningsvägar.
- Uppdatera brandskyddsdocumentationen så att den stämmer överens med det faktiska brandskyddet.
- Systematiskt brandskyddsarbete skall bedrivas i enlighet med koncernens brandskyddspolicy.
- Uppdatera utrymningsplanerna då de inte stämmer överens med den aktuella utformningen och skyltningen i byggnaden.
- Rensa bort kartonger och skräp i förråden och korridorerna.
- Hålla ordning och reda i köket.
- Om ingen av åtgärderna i fet stil vidtas skall det maximalt tillåtna personantalet minskas till 250 personer.

Åtgärder som bör genomföras för att nå en tillfredställande utrymning är:

- Installera sprinkler.
- Byta ut befintliga värmedetektorer i källaren mot rökdetektorer.
- Utredning av byggnadens bärighet.
- Installera självstängande ytterdörrar mot verandan.
- Installera brandgasventilation.
- Installera dörrar till de förrådsutrymmen som idag saknar sådana.
- Utforma köket som en egen brandcell alternativt installera punktsprinkler över spis och fritös.
- Utforma salongerna längs nordöstra sidan på plan 1 som en egen brandcell.
- Regelbunden utbildning av personalen om brandrisker och utrymning.
- Ha god ordning och reda i köket, speciellt i närheten av fritös och gasspis.
- Konferencier bör vid ett events start informera om utrymningsvägar.

Författarna rekommenderar starkt att sprinkler RTI 50 installeras i källaren.

Även en kvalitativ riskbedömning angående Societetshusets gasolhantering har utförts. För att reducera riskerna som innefattar den delen av verksamheten skall MSB:s rekommendationer för gasolhantering i restauranger följas. Det föreslås också en vidare utredning huruvida de flyttningsbara terassvärmarna på verandan kan bytas ut mot en fast installation.

Innehåll

Förord.....	VII
Nomenklaturlista.....	VIII
Sammanfattning.....	IX
1 Inledning.....	1
1.1 Syfte och mål.....	1
1.2 Metod.....	1
1.3 Avgränsningar och begränsningar.....	1
2 Objektsbeskrivning.....	2
2.1 Historik.....	2
2.2 Verksamhet.....	2
2.3 Byggnaden.....	2
3 Befintligt brandskydd.....	8
3.1 Tändskyddande beklädnad.....	8
3.2 Brandcellsindelning.....	8
3.3 Branddetektorer.....	8
3.4 Utrymningslarm.....	9
3.5 Släckutrustning.....	9
3.6 Självstängande dörrar.....	9
3.7 Larmknappar.....	9
3.8 Systematiskt brandskyddsarbete.....	9
3.9 Räddningstjänsten.....	9
4 Utrymning.....	10
4.1 Kritiska förhållanden.....	10
4.2 Tid för utrymning.....	11
4.3 Människors beteende vid brand.....	12
4.4 Utrymning av nattklubbar.....	13
4.5 Regler gällande utrymningsvägar.....	13
5 Utrymning av Societetshuset.....	14
5.1 Befintliga utrymningsvägar.....	14
5.2 Gångavstånd.....	16
5.3 Passagemått.....	16
5.4 Brandgaslagrets höjd.....	17
6 Statistik.....	18
7 Riskidentifiering.....	20

7.1	Kvalitativ beskrivning av tänkbara brandscenarier.....	20
7.2	Grovanalys.....	22
7.3	Val av dimensionerande brandscenarier.....	22
7.4	Riskanalysmetod.....	23
8	Brandscenario 1 - Brand i förråd.....	24
8.1	Beskrivning.....	24
8.2	Brandförlopp.....	25
8.3	Effektutveckling.....	25
8.4	Tid till kritiska förhållanden.....	27
8.5	Tid till utrymning.....	29
8.6	Verifiering.....	32
8.7	Känslighetsanalys.....	33
8.8	Värdering.....	35
8.9	Åtgärdsförslag.....	40
8.10	Validering av åtgärder.....	40
8.11	Diskussion.....	47
9	Brandscenario 2 - Brand i kök.....	49
9.1	Beskrivning.....	49
9.2	Brandförlopp.....	50
9.3	Effektutveckling.....	50
9.4	Tid till kritiska förhållanden.....	51
9.5	Tid till utrymning.....	53
9.6	Verifiering.....	55
9.7	Känslighetsanalys.....	56
9.8	Värdering.....	56
9.9	Åtgärdsförslag.....	58
9.10	Diskussion.....	58
10	Kvalitativ riskbedömning angående Societetshusets gasolhantering.....	60
10.1	Beskrivning.....	60
10.2	Riskidentifiering.....	61
10.3	Sannolikhetsbedömning.....	61
10.4	Konsekvenser.....	62
10.5	Rekommendationer för Societetshusets gasolanläggning.....	62
10.6	Fast installation.....	62
11	Diskussion och slutsatser.....	64

11.1	Sammanfattning av åtgärder som skall genomföras.....	64
11.2	Sammanfattning av åtgärder som bör genomföras.....	65
11.3	Sammanfattning av rekommendationer.....	65
12	Litteraturlista.....	66
	Bilaga A - Datorprogram.....	68
	Bilaga B - Simulering i Simulex.....	71
	Bilaga C - Simulering i FDS, brand i förråd.....	72
	Bilaga D - Simulering i FDS, brand i kök.....	81
	Bilaga E - Simulering med Detact QS.....	87
	Bilaga F - Simulering med CFAST.....	90
	Bilaga G - Handberäkningar.....	91
	Bilaga H - Garderobsbrand.....	96
	Bilaga I - Elektriska fel.....	97
	Bilaga J - Regler för kulturminnesmärkta byggnader.....	98
	Bilaga K - Händelseträdd.....	99
	Bilaga L - Rekommendationer för gasolanläggning.....	101
	Bilaga M - α^2 -kurvor.....	104
	Bilaga N - Input filer FDS.....	105

1 Inledning

Detta kapitel beskriver rapportens syfte, mål, metod och avgränsningar.

1.1 Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att med hjälp av kunskaper från kursen brandteknisk riskvärdering samt tidigare kurser utvärdera personsäkerheten vid händelse av brand i Societetshuset på Marstrand. Målet är att skapa en förståelse för brandskyddsdimensionering, förenklad och analytisk, personsäkerhet vid brand samt att lämna förslag på åtgärder gällande brandsäkerheten i byggnaden.

1.2 Metod

Flera föreläsningar om brandteknisk riskvärdering ligger till grund för rapporten om brandsäkerheten på Societetshuset på Marstrand. Ett platsbesök på Marstrand gjordes tillsammans med handledare från Brandteknik, verksamhetsutövare samt personal från Räddningstjänsten i Kungälv. Inom gruppen diskuterades byggnaden och möjliga brandscenarier togs fram. Dessa utreddes sedan vidare och med hjälp av en grovanalys valdes tre scenarier ut, varav ett endast analyserades kvalitativt. Effektkurvor för de olika bränderna togs fram genom att studera tidigare utförda försök och brandförloppen simulerades sedan med datorprogrammet FDS. För att verifiera resultaten av detta gjordes simuleringar i CFAST samt handberäkningar. Känslighetsanalyser utfördes för att ytterligare kontrollera resultatens rimlighet. För att kunna jämföra brandförloppet med den tid det tar att utrymma Societetshuset användes programmet Simulex och för att visa på de osäkerheter som råder användes programmet @Risk. Utifrån en sammanställning av resultaten gjordes sedan en bedömning av personsäkerheten i byggnaden och olika åtgärdsförslag togs fram och validerades.

1.3 Avgränsningar och begränsningar

Eftersom målet med rapporten är att bedöma personsäkerheten gällande brand- och utrymningssäkerhet för gäster och personal har hänsyn ej tagits till ekonomiska skador. Det har inte heller tagits någon hänsyn till kostnader för att införa föreslagna åtgärder.

Det förutsätts att byggnaden inte kollapsar innan utrymningen är avslutad samt att de tekniska system som styr brand- och utrymningslarm fungerar.

Byggnaden är kulturminnesmärkt vilket begränsar vissa åtgärdsförslag.

2 Objektsbeskrivning

Detta kapitel beskriver byggnadens historia, vilken verksamhet som bedrivs samt byggnadens planlösning och utformning.

2.1 Historik

Societetshuset byggdes 1886 och är ritat av arkitekten Adrian Peterson. Huset användes under somrarna flitigt av dåvarande kung Oscar II. Detta gjorde Marstrand mycket populärt som badort och Societetshuset var den plats där folk samlades för att hylla kungen. När han dog 1907 förlorade Marstrand mycket av sin popularitet bland badgästerna och snart hade Societetshuset börjat förfalla (Marstrand, Societshuset, 2010).

En omfattande restaurering av Societetshuset pågick mellan 1998 och 2006 för att återskapa den ursprungliga utformningen. Idag ägs Societetshuset av Bautastenen Hotell AB och verksamheten drivs av Marstrands Bergshotell Konferens & Spa AB (Brandskyddsdocumentation Societshuset Marstrand, 2009)

Under renoveringen togs bland annat all innerpanel ner och nya dragningar av el gjordes. Hela byggnaden målades, invändigt och utvändigt, för att återfå sitt ursprungliga utseende. Alla toaletter totalrenoverades och dessutom drogs det en gasolledning in till köket ¹.

2.2 Verksamhet

Societetshuset på Marstrand har främst öppet på sommarhalvåret och bedriver då restaurang, nattklubb samt nöjes- och konferensverksamhet. Under försommaren har de hand om flera av Göteborgs studentbaler med upp till 450 sittande gäster. Vid midsommar och stora båtävlingar anordnas de största festerna och det kan då befinna sig upp till 700 personer i lokalen, de flesta i den stora salen, se figur 2.5².

2.2.1 Personal

Under högsäsong arbetar cirka 25 personer på Societetshuset och av dessa är 7 stycken ordinarie personal. Enligt verksamhetsutövaren får de nyanställda en genomgång av brandsäkerheten i byggnaden inför varje säsong. Vaktpersonalen som återkommer varje år har en mer omfattande utbildning om brandsäkerhet och är de som vid brand ska hjälpa gästerna att utrymma.

2.3 Byggnaden

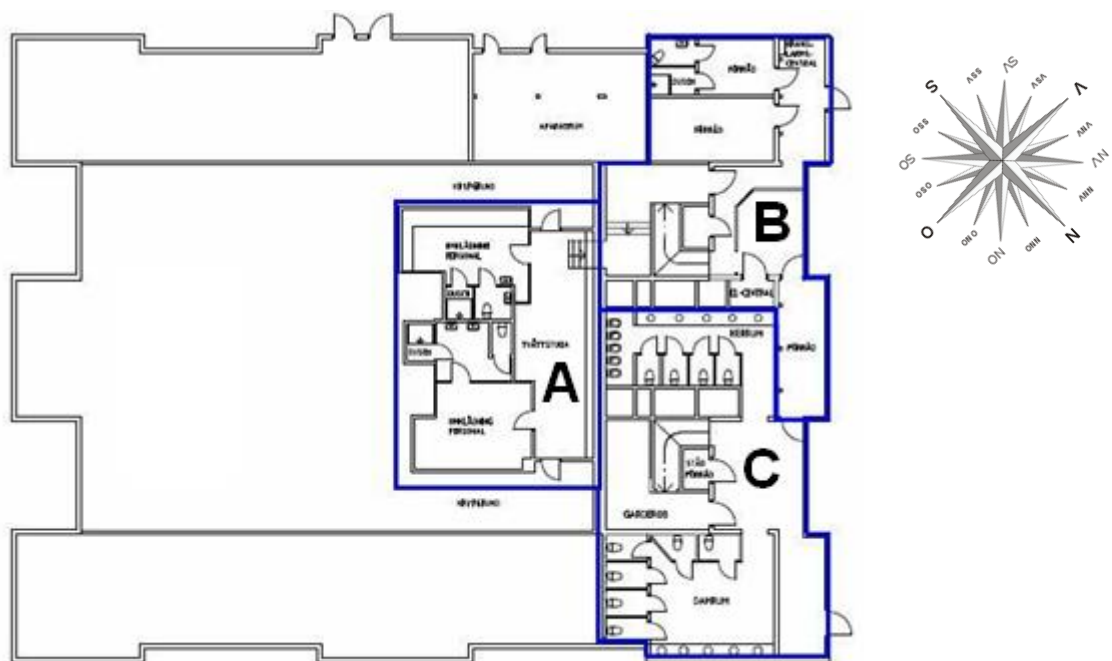
Societetshuset på Marstrand är en kulturminnesmärkt byggnad som består av tre våningar, varav ett källarplan med kryppgrund. Enligt brandskyddsdocumentationen är byggnadens totala area 1 287 m². Stommen och bjälklaget är av trä och isoleringen av kutterspån. Innerväggar och fasad är av trä och yttertaket är klätt med papp (Brandskyddsdocumentation Societshuset Marstrand, 2009). Uppvärmning sker med hjälp av elektriska element i salonger och källaren samt genom de personer som befinner sig i byggnaden.³ Ventilation av byggnaden sker genom självdrag. I köket kan det anats finnas ett separat fläktsystem, som dock förmodligen inte kommer att påverka brandgasspridningen.

^{1,2,3} Verksamhetsutövare Ulf Stenberg, Societetshuset Marstrand, samtal 2010-02

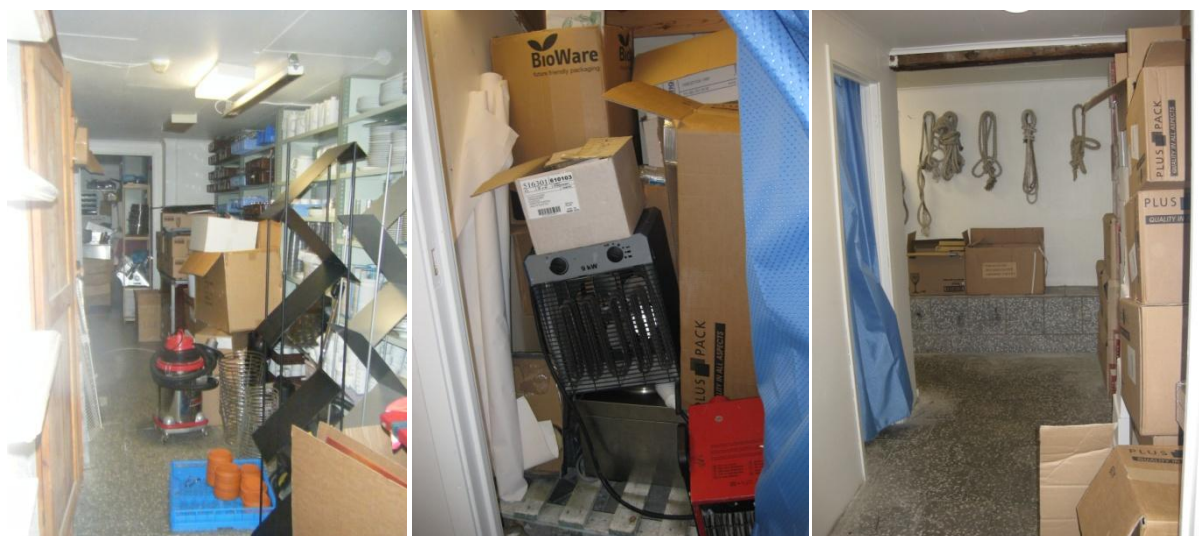
2.3.1 Källarplan

Källarplanet är utformat som ett suterrängplan där husets framsida har golv i markplan riktat mot vattnet i nordväst. Grunden är av tegelsten och de flesta väggar i källaren är täckta med gips.

I källaren finns omklädningsrum med tvättstuga för personalen, i figur 2.1 markerad med bokstaven A. Denna del är genom en passage sammanlänkad med den västra delen, markerad med bokstaven B i figur 2.1. Där finns det flera olika förråd, bland annat för alkohol. Det finns även förråd med plastbackar, porslin och kartonger med olika innehåll. Kartonger och backar är också placerade i korridorerna. En trappa med ett förråd under leder upp till plan 1. Förrådet är fullt med diverse kartonger och bråte. Figur 2.2 visar bilder på korridorerna och förråden med bråte.



Figur 2.1. Planskiss över källarplanet.



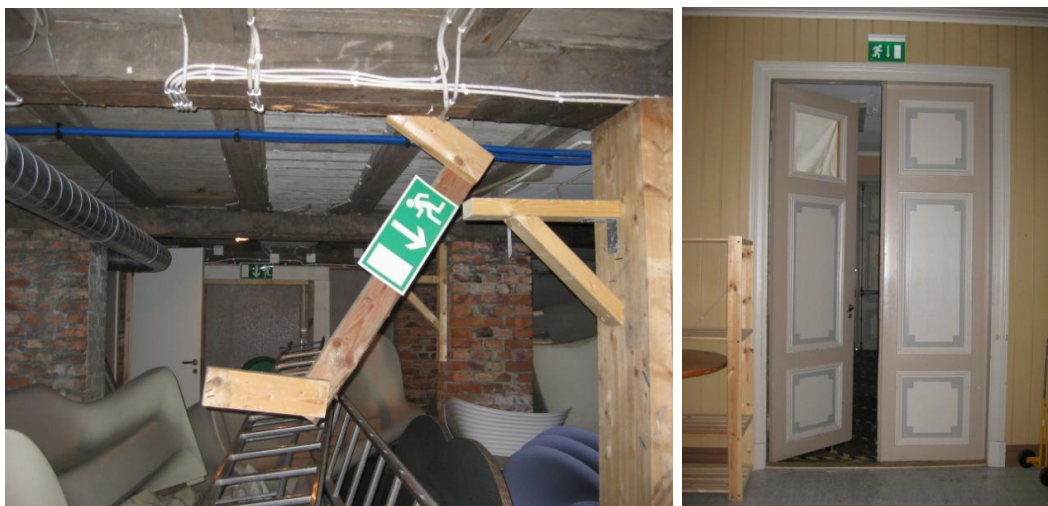
Figur 2.2. Bilder på korridorerna och förråden fyllda med bråte.

I norra delen av källarplanet, avgränsat från personalutrymmena, finns två garderober, figur 2.3, samt dam- och herrtoalett för besökare. Där finns även en trappa som leder upp till plan 1. Detta område är markerat med bokstaven C i figur 2.1.



Figur 2.3. Bilder på garderoberna i källaren.

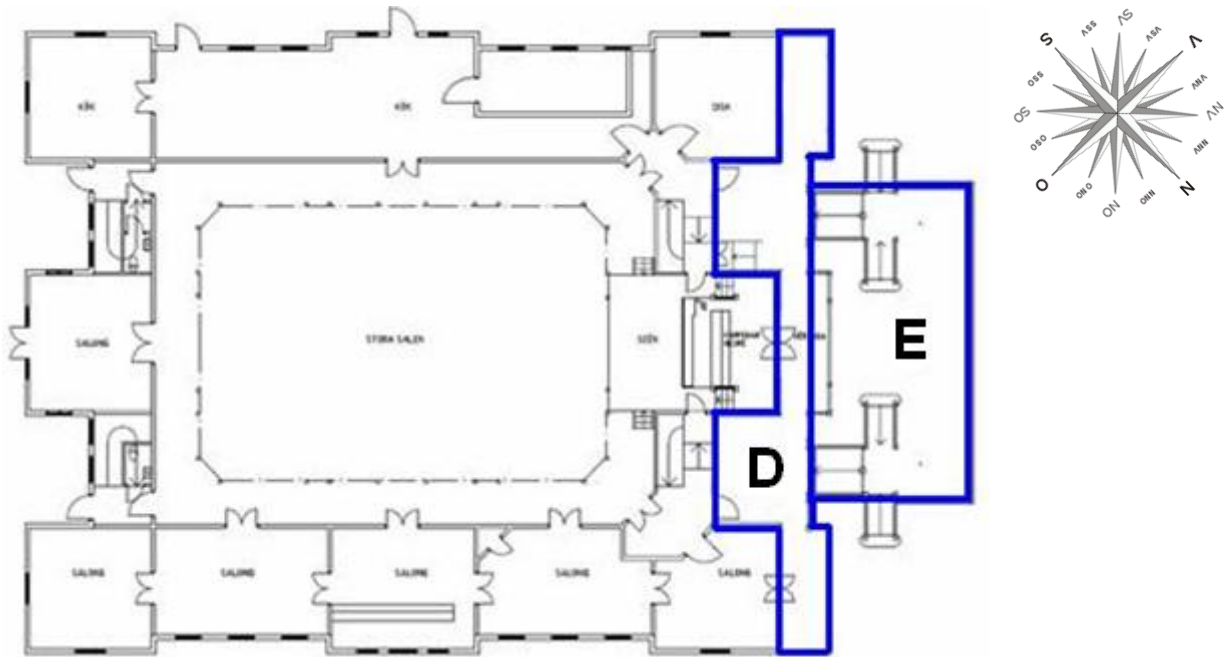
Övriga två tredjedelar av planet består av en krypgrund om 450 m² där det vintertid förvaras till exempel parasoll och utemöbler, se figur 2.4. Detta blockerade vid platsbesöket en utrymningsväg vars markering dessutom kan ifrågasättas. Under verksamhet på sommaren antas dock denna utrymningsväg vara fri.



Figur 2.4 Krypgrund i källaren samt spegeldörr på plan 1.

2.3.2 Plan 1

På plan 1 bedrivs största delen av verksamheten och där finns en stor sal med plats för 350 sittande gäster, se figur 2.5 och 2.6. Stora salen är öppen uppåt och kan liknas vid ett atrium med en takhöjd på 9,6 meter. I anslutning till stora salen finns fyra trapphus, ett i varje hörn av byggnaden. De dubbla spegeldörrarna av trä som leder till trapphusen i väst och norr är försedda med automatiska dörrstängare som om brandlarmet aktiveras ska lösgöra dörrarna och stänga dem. Figur 2.4 visar en bild på en av de dubbla spegeldörrarna.



Figur 2.5. Planskiss över plan 1.

Runt salen finns en del mindre salonger med plats för upp till 20 personer per rum samt en mindre bar. I salongerna står det soffor och bord och vid fönstren hänger det långa gardiner. Figur 2.6 visar en bild på en av salongerna. Alla salonger är försedda med spegeldörrar i trä som står öppna då salongerna används. Vid nattklubsverksamhet används salongerna som lounges och för till exempel blackjackspel. I sydvästra delen av plan 1 finns köks- och diskutrymmen. Köket är ett stort restaurangkök med gasspis och fritös, se figur 2.7. Gasol till spisen kommer in till köket genom en ledning från ett intilliggande gasolförråd. Köket är avskilt från stora salen av dubbla spegeldörrar av trä som är försedda med automatiska dörrstängare.



Figur 2.6. Stora salen samt en av salongerna.

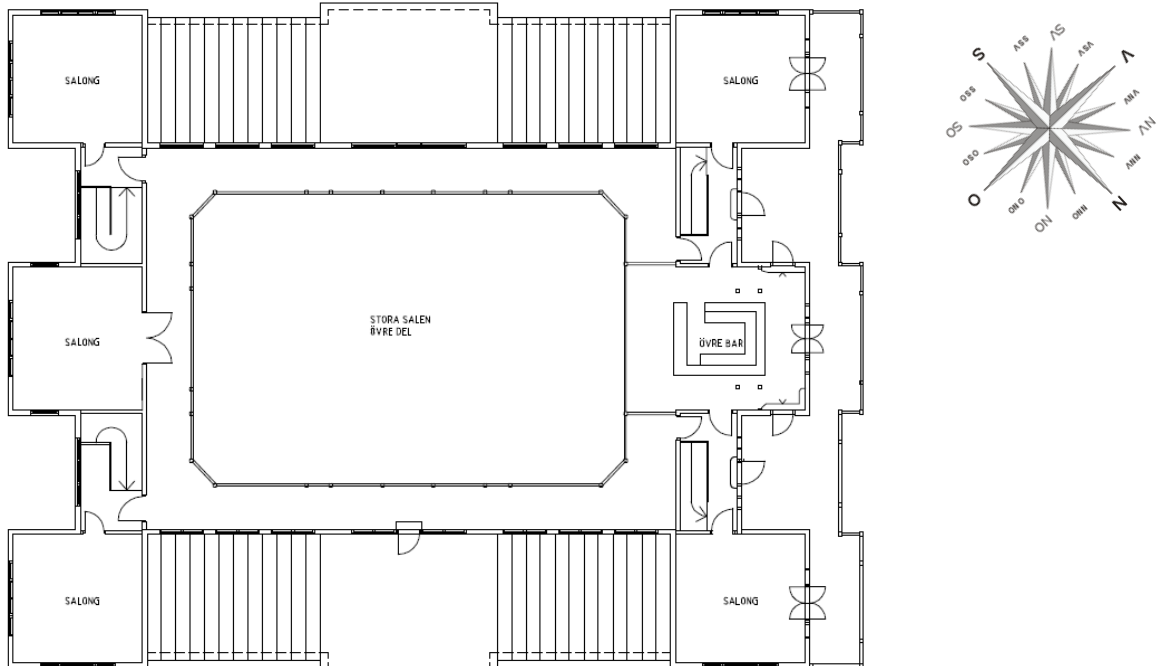


Figur2.7. Köket samt nordvästra fasaden vid entrén.

På nordvästra kortsidan av huset ligger en kaffebar. Mellan baren och trapphusen finns det självstängande dörrar. Det finns en veranda i anslutning till baren som är öppen under både restaurang- och nattklubsverksamhet. År 2005 kompletterades verandan med en nedre veranda, dessa är markerade med bokstaven D respektive E i figur 2.5. På den övre verandan finns det markiser längs med hela kortsidan. Runt den nedre verandan sitter 1,5 meter höga glasskivor monterade. De två verandorna har tillsammans plats för cirka 70 personer. Figur 2.7 visar verandorna vintertid.

2.3.3 Plan 2

Plan 2 är uppbyggt som en balkong runt den stora salen på plan 1, se figur 2.8 och 2.9. Det finns även fem mindre salonger, av samma typ som på plan 1, placerade i hörnen och på sydöstra kortsidan. Salongen i det östra hörnet används som vilorum för personalen. Det är inrett med en våningssäng och tätsängar samt långa gardiner för fönstren, se figur 2.9.



Figur 2.8. Planskiss över plan 2.



Figur 2.9. Balkong och salong på plan 2.

Längs med nordvästra kortsidan finns en balkong med infravärme monterat i taket. I anslutning till balkongen finns det en bar. Mellan baren och trapphusen i väst och norr finns det spegeldörrar med brandklassat glas, de saknar dock självstängande funktion.

3 Befintligt brandskydd

Detta kapitel beskriver det aktuella brandskyddet på Societetshuset på Marstrand.

En byggnads brandskydd består oftast av passiva system, de som alltid är aktiverade, och aktiva system, de som aktiveras vid brand. Eftersom Societetshuset på Marstrand är en gammal kulturminnesmärkt byggnad är det befintliga brandskyddet sparsamt utfört. För mer information gällande kulturminnesmärkta byggnader, se bilaga J. Följande system finns i Societetshuset:

Passiva system

- Tändskyddande beklädnad
- Brandcellsindelning

Aktiva system

- Branddetektorer
- Utrymningslarm
- Släckutrustning
- Självstängande dörrar
- Larmknappar

3.1 Tändskyddande beklädnad

Väggarna i källaren och även vissa väggar i trapphusen är beklädda med gips, vilket är en tändskyddande beklädnad.

3.2 Brandcellsindelning

Som det ser ut idag finns det ingen fungerande brandcellsindelning. Det har skett försök till att skapa brandceller med hjälp av gips på väggar och automatiska dörrstängare men ett godkänt resultat har ej uppnåtts. Detta i och med att det inte sitter dörrstängare på tillräckligt många ställen och alla väggar inte har tändskyddande beklädnad. Dörrarna går inte igen ordentligt då de släpper från magneten och de är inte heller brandklassade.

3.3 Branddetektorer

I Societetshuset finns det sammanlagt 50 stycken värmedetektorer och 12 stycken rökdetektorer. De är fördelade i huset enligt tabell 3.1. Detektorerna är kopplade till brandlarmscentralen som vid brand skickar larm till SOS, aktiverar utrymningslarmet samt automatiskt lösgör dörrarna för stängning.

Tabell 3.1. Fördelning av värme- och rökdetektorer.

Plats	Värmedetektorer	Rökdetektorer
Källare	12	
Plan 1, kök och trapphus	15	1
Plan 2, stora salen		5
Plan 1, veranda	5	
Plan 1, övrigt samt vindsplan	18	6

3.4 Utrymningslarm

Larmdon finns på varje våning och det antas att dessa hörs i alla delar av byggnaden. Samtliga är ringklockor.

3.5 Släckutrustning

Det finns både handbrandsläckare och inomhusbrandposter i byggnaden. I källaren finns det en brandsläckare, på plan 1 finns sex stycken och på plan 2 finns tre stycken. På plan 1 och 2 finns det fyra stycken inomhusbrandposter placerade i varsitt hörn av salen. Vissa av inomhusbrandposterna är svåra att öppna vilket skulle kunna fördröja en första insats.

3.6 Självstängande dörrar

Automatiska dörrstängare har installerats på ett antal dörrar. Dessa fungerar dock dåligt och ingen av de dörrar som testades gick helt igen av sig själv utan lämnade en springa.

3.7 Larmknappar

Det finns två larmknappar, placerade i stora salen vid huvudentrén och i köket.

3.8 Systematiskt brandskyddsarbete

Societetshusets systematiska brandskyddsarbete (SBA) består av en brandskyddsdokumentation för byggnaden och en allmänt skriven brandskyddspolicy för koncernen. Enligt utbildningsplanen ska all personal kunna ta egna initiativ och medverka till en hög beredskap och ha förmåga att upptäcka och eliminera risker samt agera rätt vid tillbud. Nyanställda och extrapersonal ska erhålla en grundläggande brand- och säkerhetsinformation. Informationen ska ske i samband med introduktion av nyanställd, dock senast inom 1 vecka. Utbildningen ska omfatta information om organisation och rutiner, åtgärder vid brand och utrymning samt genomgång av utrymnings- och brandlarm. Hela personalen ska genomgå en allmän brandskyddsutbildning på 3 timmar vartannat år inför säsongsstart. Utbildningen ska omfatta samma information som för nyanställda med tillägg om brandrisker på företaget, förebyggande brandskydd, handbrandsläckare och praktisk övning.

Det är oklart hur väl brandskyddspolicyn följs. Det räcker inte att upprätta ett dokument för att man ska uppfylla kravet på systematiskt brandskyddsarbete, utan man måste även i praktiken upprätthålla och förbättra brandskyddet för sin verksamhet.

3.9 Räddningstjänsten

Societetshuset på Marstrand tillhör Kungälv kommun. På ön Marstrand samt på fastlandet, Koön, finns en deltidskår. Dessa har en instatstid på 10 minuter. I Kungälv, 20 minuters körväg från Marstrand, finns en heltidskår. I rapporten förutsätts det att utrymning ska hinna ske inom 10 minuter, alltså utan räddningstjänstens hjälp.

4 Utrymning

Detta kapitel beskriver utrymningsförloppet, definition av kritiska förhållanden, tid för utrymning samt människors beteende vid brand.

Enligt Boverkets Byggregler (BBR), avsnitt 5:3, ställs kravet att en byggnad "skall utformas så att en tillfredställande utrymning kan ske vid brand". De byggnader vi har i Sverige idag har dock byggts efter de regler som gällde när de uppfördes. Detta gör att många byggnader inte uppfyller de brandskyddskrav som ställs idag. I samband med en ändring av byggnaden ska den del som berörs utformas enligt dagens gällande föreskrifter, i de allra flesta fall BÅR (Boverkets Ändringsråd). Föreskrifterna anger vad samhället anser vara lägsta nivå för åtgärder som underlättar utrymning vid brand. I till exempel lokaler där personer inte kan antas vara bekanta med byggnaden ställs högre krav på utrymningsmöjligheter (Boverket, 2008).

Grundkravet vid utrymning är att det ska finnas två av varandra oberoende utrymningsvägar. Detta gör att det alltid finns en extra säkerhet i byggnaden, om den ena utrymningsvägen blockeras av branden. De dörrar som används till utrymning ska vara lätta att både identifiera och använda. De ska därför vara tydligt markerade och enkla att öppna. I samlingslokaler där det vistas många samtidigt är kraven ännu högre. Där accepteras endast så kallade panikreglar, tryckhandtag, brythandtag och liknande som öppningsdon. Det är viktigt att tänka på att utrymningsvägen hålls lättåtkomlig och inte blockeras på något sätt (Boverket, 2008).

Vanligtvis används rekommendationerna för förenklad dimensionering för att utforma personskyddet i en byggnad, bland annat utrymningsvägar. Då dess krav inte går att uppfylla eller då en speciell byggnadsfunktion önskas görs det ett avsteg från rekommendationerna och säkerheten verifieras genom en så kallad analytisk dimensionering. Även vid andra situationer kan det vara aktuellt att göra en analytisk dimensionering. Till exempel om förutsättningarna för utrymning är begränsade på grund av alkoholintag, byggnadens utformning (exempelvis flera våningar i samma brandcell) eller om branden kan tänkas ha ett snabbt brandförlopp (Brandteknik, 2005).

Boverket ställer krav på hur byggnaden ska utformas, men när det gäller den verksamhet som bedrivs i byggnaden är det Lagen om skydd mot olyckor, LSO, (2003:778) som gäller. Det är ägarens eller nyttjanderättshavarens ansvar att vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand.

4.1 Kritiska förhållanden

För att kunna utrymma en byggnad på ett tillfredställande sätt måste detta, enligt BBR (Boverket, 2008), ske innan kritiska förhållanden har uppstått. Gångavståndet till närmaste utrymningsväg i en brandcell får inte vara längre än att brandcellen kan utrymmas innan dessa förhållanden uppstår. Kritiska förhållanden beskriver de gränsvärden, för ett antal olika parametrar, som definierar vilka förhållanden som är acceptabla under utrymning. När dessa förhållanden har uppnåtts är det svårt att utrymma på ett säkert sätt (Brandteknik, 2005). De gränsvärden som anges i *Brandskyddshandboken* är följande:

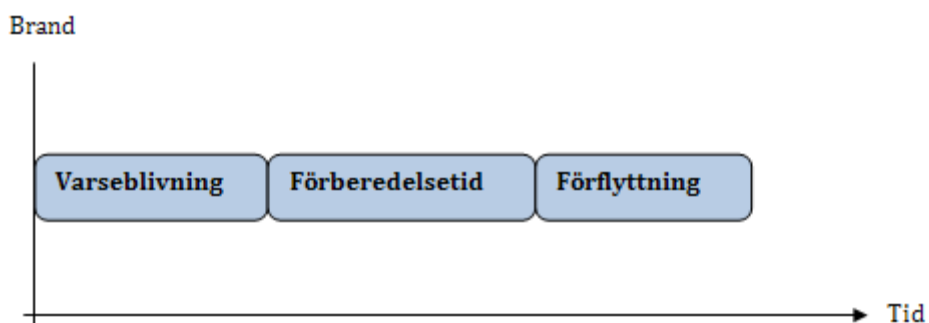
Toxicitet	En säker utrymning kräver att syrehalten inte blir för låg och att koncentrationen av giftiga gaser inte blir för hög. Syrgasnivån bör inte understiga 15 % (jämfört med normala 21 %) och de kritiska
------------------	--

värdena för de två vanligaste toxiska gaserna CO och CO₂, är 0,2 % respektive 5 %.

Sikt	För att kunna utrymma får sikten ej understiga 5 meter i själva brandrummet och 10 meter i utrymningsvägarna.
Temperatur	Den maximala temperatur som en människa får utsättas för vid en utrymningsituation är 80 °C.
Strålning	En person får vid en utrymning utsättas för en strålning på maximalt 10 kW/m ² under ett fåtal sekunder då den sammanlagda strålningsenergin är 60 kJ/m ² , eller för 2,5 kW/m ² under en längre tid.
Brandgaslagrets höjd	För att brandgaslagret inte ska påverka säkerheten vid utrymning får brandgaslagrets höjd inte understiga $0,1 \times H + 1,6$, där H är lokalens takhöjd i meter. Detta förutsatt att brandgaslagret innehåller kritiska värden inom någon av de andra parametrarna.

4.2 Tid för utrymning

Den tid det tar för en person att utrymma en lokal beror av tre faktorer: varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid. Varseblivningstid är den tid det tar innan en person får reda på att något har inträffat, förberedelsetid den tid det tar för en person att förstå vad som händer och bestämma sig för att börja utrymma och förflyttningstid är den tid det tar för en person att förflytta sig från den aktuella platsen ut ur lokalen. Den totala tiden kan beskrivas med en graf enligt figur 4.1. (Frantzich, 2001)



Figur 4.1. Den totala tiden för utrymning.

Varseblivningstiden beror mycket på om personen i fråga ser branden eller inte och om det finns något automatiskt brandlarm installerat som kan upptäcka en brand om personen själv inte ser den. Om ett sådant finns kan aktiveringstiden för en detektor beräknas utifrån en given effektutveckling och sedan användas som varseblivningstid. Om ett automatiskt brandlarm saknas eller ej fungerar tillfredställande (exempelvis på grund av hög musik som omöjliggör larmets hörbarhet) beror varseblivningstiden på vilka som vistas i byggnaden, vilken relation dessa har till varandra, hur överblickbar lokalen är och om personerna är mottagliga för den indikation som branden genererar, exempelvis så avgör nivån på belysningen om det går att se brandgaser.

Vid beräkning av utrymningstiden är det oftast förberedelsetiden som är svårast att uppskatta. Denna tid är ofta mycket längre än de två andra och ett sätt att minska den är att installera utrymningslarm som tydligt hjälper personen ifråga att fatta de rätta besluten. I samlingslokaler, exempelvis restauranger och nattklubbar, går det att minska förberedelsetiden genom att utbilda verksamhetens personal så att de kan hjälpa till vid utrymning. Krav ställs då på att personalen ska ha återkommande utbildning och övning. Då till exempel hög ljudnivå och alkohol är aktuella faktorer kan förberedelsetiden bli betydligt längre för de gäster som finns i lokalen (Brandteknik, 2005).

Förflyttningstiden beror på hur personerna är fördelade i lokalen, vilka personer det är frågan om och om de har några hjälpbehov exempelvis förhinder att själva förflytta sig. Gånghastigheten hos människor påverkas av flera faktorer, bland annat belysningsnivån, utrymningsskyltar, persontäthet och påverkan av exempelvis alkohol (Brandteknik, 2005).

4.3 Människors beteende vid brand

Utrymning är något som är ovant för de flesta och som ofta genomförs under stress. Många faktorer kan påverka hur utrymningsförloppet kommer att se ut och hur personer kommer att uppleva situationen. Det har visat sig att en persons beteende vid en nödsituation kan delas upp i tre faser; förståelse och tolkning av situationen, förberedelse samt genomförande. Vilka beslut som tas av personer under de här tre faserna beror bland annat av vilka roller personerna och andra i omgivningen har. Det har visat sig att personers auktoritet har stor betydelse för utrymningen. Människor ser upp till auktoriteten och förväntar sig att han eller hon ska ta kommandot. Det är därför viktigt att personal är välutbildad och vet vad som förväntas av dem i en utrymningssituation. Om detta inte är fallet kan utrymningen försenas (Brandteknik, 2005).

I det tidiga skeendet av utrymningen är personer ofta osäkra, ineffektiva och har lätt för att missförstå varandra och situationen. Personerna försöker ta reda på vad som hänt för att därefter kunna fatta ett beslut om att till exempel bekämpa branden, hjälpa andra, ringa räddningstjänsten eller utrymma (Brandteknik, 2005).

Panik är något som kan uppträda om de som utrymmer upplever att deras möjligheter att ta sig ut snabbt minskar och hotet från branden samtidigt ökar. Det har dock visat sig att panik inträffar ytterst sällan och att personer som utrymmer är förhållandevis förnuftiga och deras beteenden rationella. För att ändå undvika att panik uppstår är det viktigt att informera de som ska utrymma om vad som sker. Detta kan göras med hjälp av att utrymningslarmet ger denna information så att personerna i byggnaden direkt kan påbörja utrymningen istället för att försöka ta reda på vad som hänt (Brandteknik, 2005).

Innan en utrymning påbörjas håller personerna ibland på med någonting som de ogärna vill avsluta. Det kan vara att stå i en kö eller sitta på en restaurang och äta mat man redan betalat för. Om motivationen att avsluta denna aktivitet är högre än att utrymma kan detta försena utrymningsförloppet (Brandteknik, 2005).

Personer som vistas i en känd miljö har lättare att hitta en väg ut vid en eventuell brand. Personer som däremot vistas i en okänd miljö väljer oftast att gå ut samma väg som de kom in, trots att denna inte alltid är den närmsta utrymningsvägen. I miljöer där det vistas många personer som har dålig kännedom om byggnaden är det därför extra viktigt med tydligt skyltning om var utrymningsvägarna finns (Brandteknik, 2005).

4.4 Utrymning av nattklubbar

För nattklubbar och diskotek är det svårt att bestämma tider för utrymning. Särskilt svårt är det att bestämma hur lång tid gäster och personal behöver för att fatta beslut om utrymning. Miljön vid denna typ av verksamhet är ofta högljudd och belysningen dålig vilket är ogynnsamt för att initiera en utrymning på ett snabbt sätt. På många nattklubbar förekommer dessutom konstgjord rök vilket minskar uppmärksamheten för verklig brandrök. Dessutom kan besökarna vara påverkade av alkohol (Frantzich, 2001).

4.5 Regler gällande utrymningsvägar

I BBR (Boverket, 2008) finns det regler gällande gångavstånd och passagemått som måste beaktas vid förenklad dimensionering av personsäkerheten i en byggnad. Det maximala avståndet till en utrymningsväg får högst vara 30 meter i samlingslokaler som Societetshuset.

En utrymningsväg ska vara minst 1,2 meter bred i en brandcell där det vistas mer än 150 personer. Den totala bredden av samtliga utrymningsvägar ska vara minst 1,0 meter per 150 personer (Brandteknik, 2005).

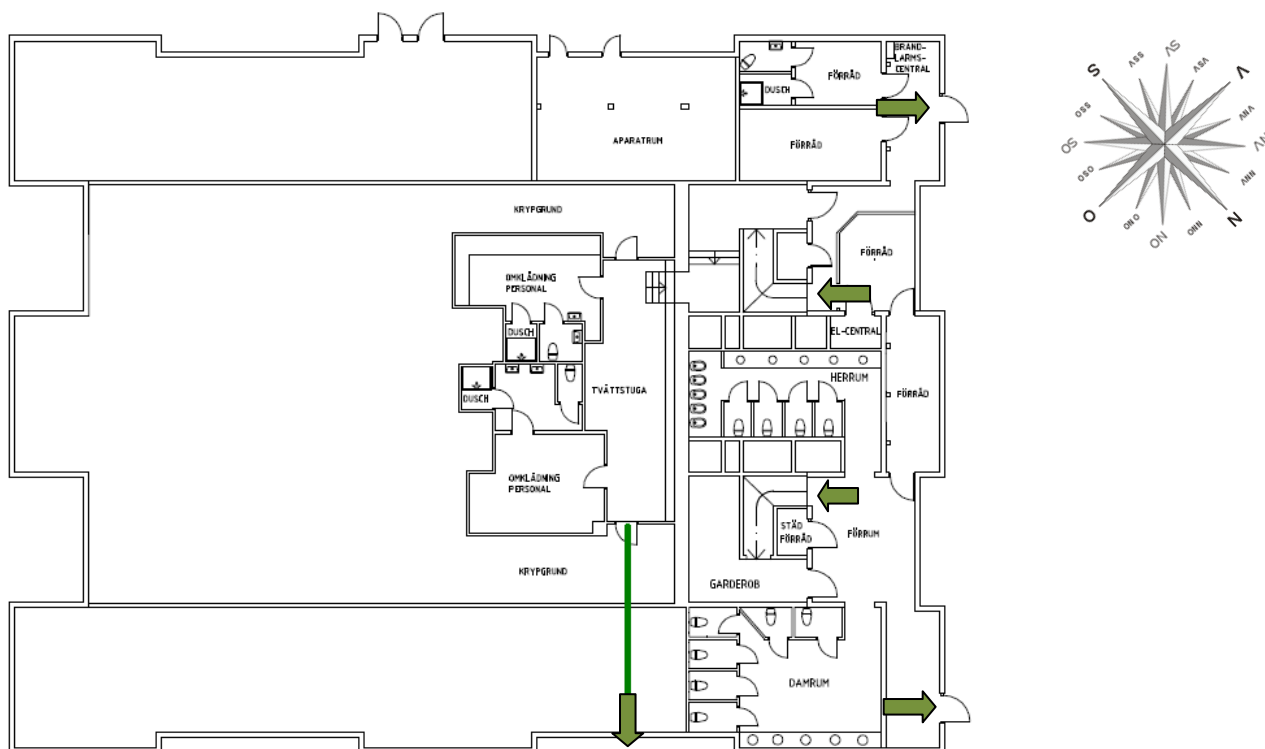
5 Utrymning av Societetshuset

Detta kapitel beskriver de befintliga utrymningsvägarna och dess egenskaper.

Vid en eventuell brand i Societetshuset är det vakternas ansvar att se till att gästerna utrymmer. Övrig personal ska stänga av musiken, tända lyset och sedan om möjligt hjälpa gästerna att utrymma. I byggnaden finns utrymningsplaner uppsatta på fyra olika ställen fördelade på de olika våningsplanen. Två i källaren, en på plan 1 och en på plan 2. Dock är utrymningsplanerna inte uppdaterade.

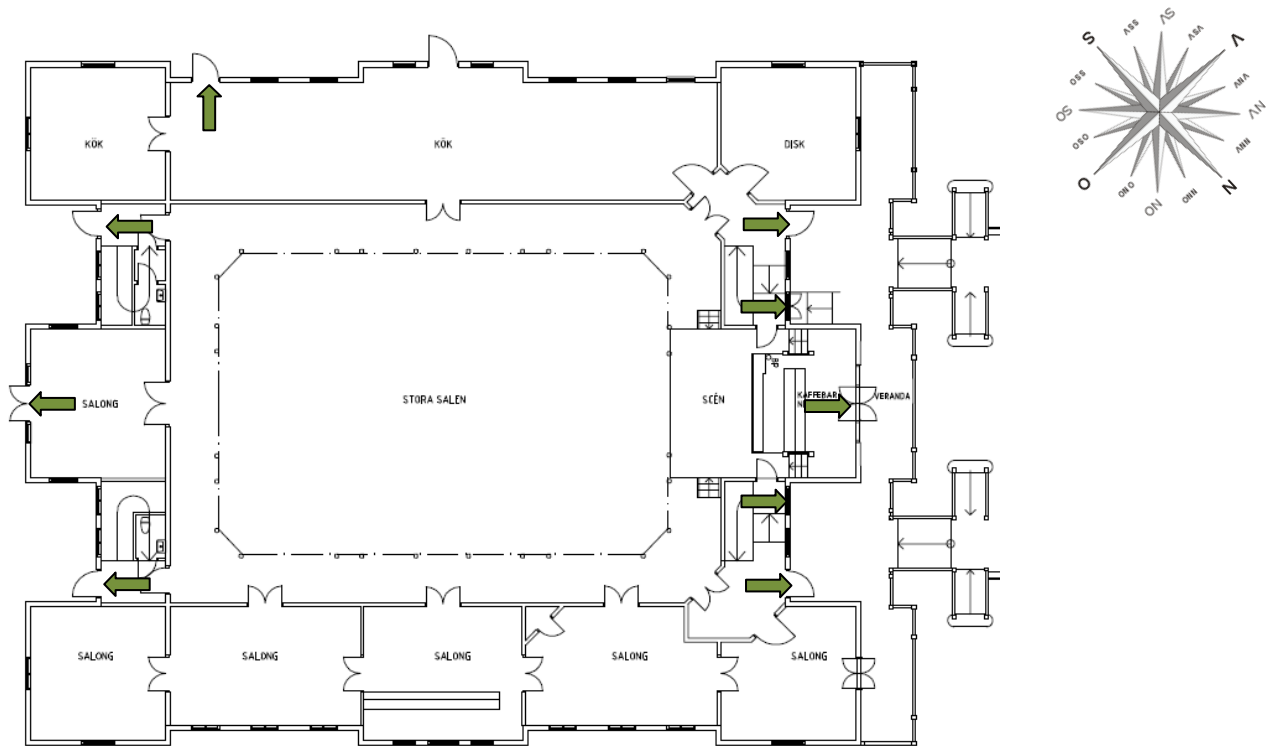
5.1 Befintliga utrymningsvägar

Utrymningsvägarna från de publika delarna av Societetshuset är utrustade med belysta skyltar. På källarplanet vistas besökare i utrymnet vid garderoben och herr- och damtoaletterna. Där finns två utrymningsvägar, en ut genom dörren i det nordliga hörnet samt en uppför trappan till plan 1. För personalen finns det tre av varandra oberoende utrymningsvägar, en genom kryppgrunden, en uppför trappan till plan 1 och en utgång vid brandlarmscentralen. Figur 5.1 visar en ritning över de utrymningsvägar som finns i källarplan.



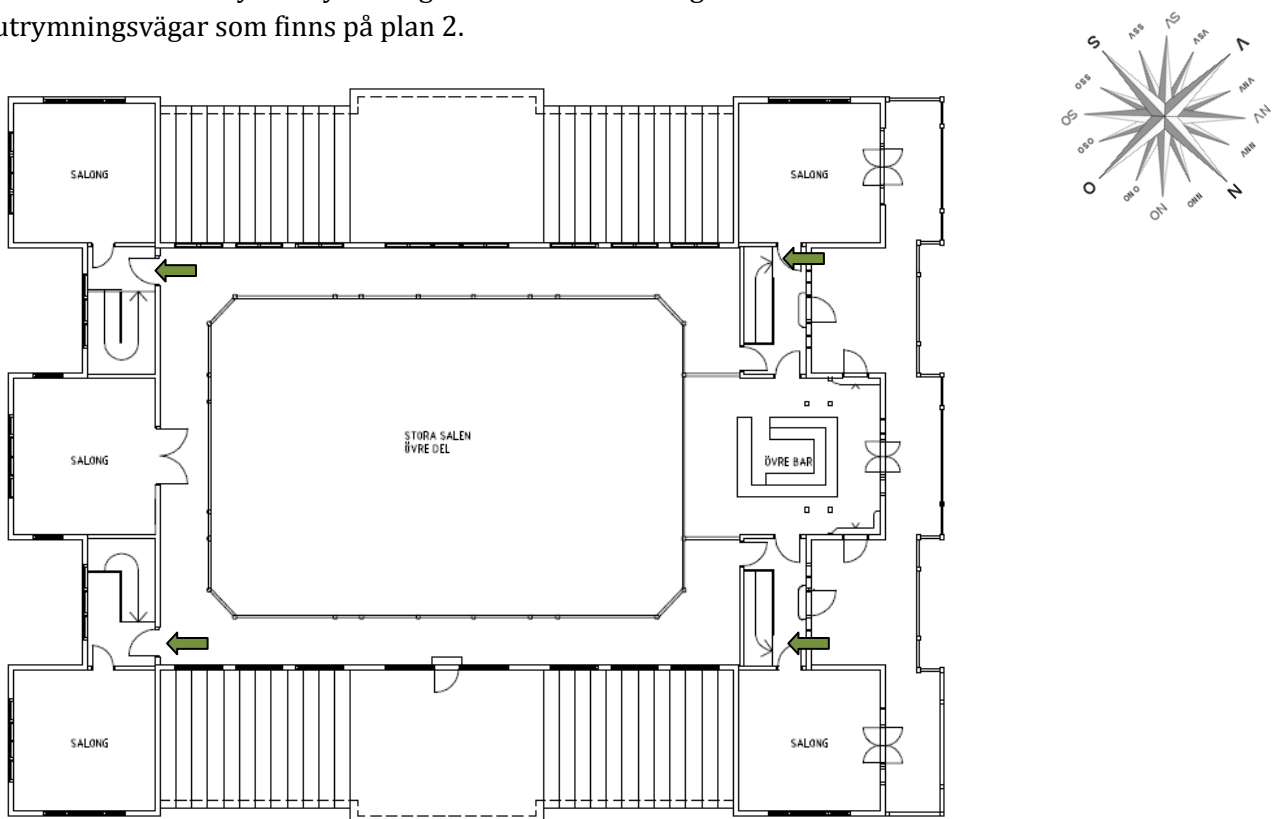
Figur 5.1. Utrymningsvägar på källarplanet.

På plan 1 vistas besökare i alla rum förutom i köks- och diskutrymmen. Gästerna kommer in i lokalen via dörrarna på den nordvästliga kortsidan. Det finns flera utrymningsvägar på varje kortsida och en utrymningsväg genom köket. Alla dörrar på kortsidorna är försedda med belysta utrymningsskyltar. På dörren i det östra hörnet och den mittersta dörren på den sydöstra kortsidan finns lappar där det står att "dörren är larmad". Figur 5.2 visar en ritning över de utrymningsvägar som finns på plan 1.



Figur 5.2 Utrymningsvägar på plan 1.

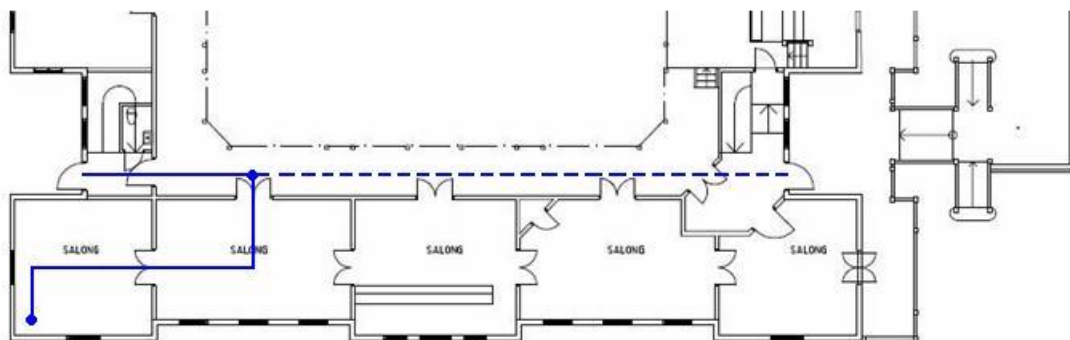
På plan 2 finns det fyra utrymningsvägar i form av trappor som leder ner till plan 1. Alla är markerade med belysta skyltar. Figur 5.3 visar en ritning över de utrymningsvägar som finns på plan 2.



Figur 5.3 Utrymningsvägar på plan 2.

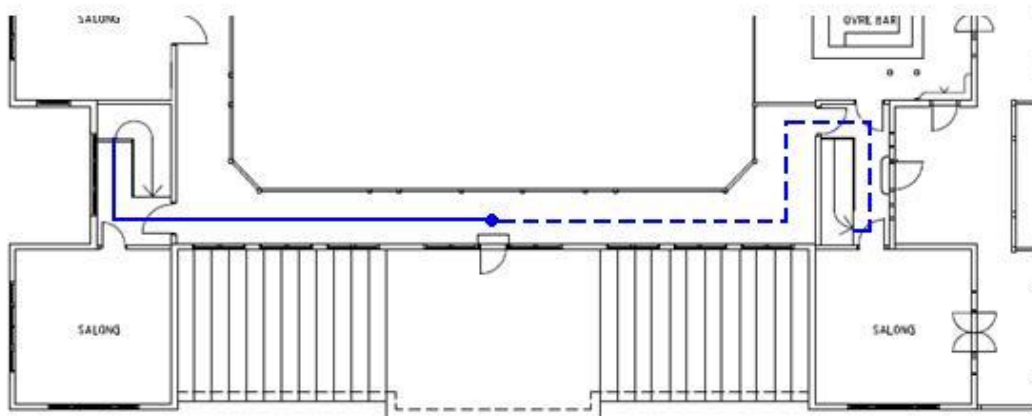
5.2 Gångavstånd

Den mest ofördelaktiga placeringen för utrymning från plan 1 fås om man utgår från ett hörn i salongen i det ostliga hörnet. Gångvägen skulle sammanfalla fram till man når stora salen och där skulle sedan utrymningsväg väljas. Den sammanfallande gångvägen är 14 meter och multipliceras enligt rekommendationer i *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005) med två. Resterande väg är 6 meter. Detta ger ett totalt gångavstånd på 34 meter vilket är mer än 30 meter och alltså inte godkänt enligt förenklad dimensionering. Figur 5.4 visar en bild över gångvägen på plan 1.



Figur 5.4. Gångavstånd till utrymningsvägar på plan 1. Den streckade linjen innebär en alternativ utrymningsväg.

Den mest ofördelaktiga placeringen för utrymning från plan 2 fås om man utgår från mitten av balkongen. För att få den totala gångvägen till nödutgången adderas avståndet på plan 2 med fyra gånger höjdskillnaden enligt rekommendationer i *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005) i trappan och avståndet på plan 1. Totalt ger det ett gångavstånd på 25 meter. Figur 5.5 visar en bild över gångvägen på plan 2.



Figur 5.5. Gångavstånd till utrymningsvägar på plan 2. Den streckade linjen innebär en alternativ utrymningsväg

5.3 Passagemått

Societetshuset ska, om tillåtna antalet gäster på 660 personer inomhus inte överskrids och alla utrymningsvägar är fria, ha en total utrymningsbredd på minst 4,4 meter, se bilaga G. Eftersom det finns åtta utrymningsvägar på plan 1 där alla är minst 90 centimeter breda blir de totala utrymningsvägarnas bredd mer än 4,4 meter.

5.4 Brandgaslagrets höjd

Enligt de tidigare definierade kritiska förhållandena får brandgaslagret högst vara 2,6 m från golvet på plan 1 och 2,2 m från golvet på plan 2. För beräkningar se bilaga G.

6 Statistik

Detta kapitel redovisar statistik över tidigare inträffade händelser i samlingslokaler och nattklubsverksamheter.

De i genomsnitt vanligaste startmiljöerna för brand i allmän byggnad i Sverige under 2006-2008 redovisas i tabell 6.1 (MSB, 2008).

Tabell 6.1. Startmiljöer för brand i allmän byggnad.

Startmiljö	Andel [%]
Kök	25 %
Annat	16 %
Utanför byggnaden	9 %
Korridor	6 %

De vanligaste brandorsakerna för brand i allmän byggnad i Sverige redovisas i tabell 6.2 (MSB, 2008).

Tabell 6.2. Brandorsaker för brand i allmän byggnad.

Brandorsak	Andel [%]
Anlagd brand med uppsåt	27 %
Tekniskt fel	14 %
Okänd	14 %
Glömd spis	13 %

För brand i bar eller nattklubb i USA redovisas de vanligaste brandorsakerna i tabell 6.3 (U.S. Fire Administration, 2004).

Tabell 6.3. Brandorsaker för brand i bar eller nattklubb.

Brandorsak	Andel [%]
Misstänkta mordbränder	28 %
Elektricitet	18 %
Matlagning	16 %
Rökning	12 %

Av alla bränder i byggnader utgör nattklubsbränder en liten andel, 0,3 % (U.S. Fire Administration, 2004). Dock kan en brand i en överbefolkad nattklubb leda till ett stort antal döda eller skadade. Statens Haverikommission har gjort en sammanställning av åtta stycken bränder i publika lokaler som krävt flera liv vilken visar att det finns flera likheter mellan händelserna (Statens Haverikommission, 2001):

- Branden har i samtliga fall startat i ett till den stora lokalen angränsande, obemannat utrymme.
- Branden har i samtliga fall vuxit sig stor i detta utrymme som saknat eller haft icke fungerande brandlarms- eller släcksystem.
- När initialbranden brutit sig igenom en brandteknisk eller annan avskiljning eller när en dörr har öppnats har brand och rökspridning gått mycket snabbt.
- Larm om utrymning och varseblivning om faran har i alla åtta fall fungerat otillfredsställande.
- Utrymningsvägarna har i fem fall av åtta varit otillräckliga, låsta, blockerade eller blockerats av rök i ett tidigt skede.
- Människorna har i fyra fall av åtta varit dåligt orienterande om utrymningsvägarna och valt vägar till toaletter, kapprum eller andra biutrymmen som saknat utrymningsväg. Senare har de inte kunnat ta sig ifrån dessa biutrymmen, utan omkommit av giftiga brandgaser.

Offren omkom i samtliga fall primärt av rökförgiftning (Statens Haverikommision, 2001).

7 Riskidentifiering

Detta kapitel beskriver hur de dimensionerande scenarierna valts ut.

En brand i Societetshuset kan tänkas starta på en mängd olika platser och få många olika utfall. Detta gör att det finns oändligt många troliga brandscenarier. För att identifiera dessa scenarier kan olika metoder med varierande omfattning och detaljeringsgrad användas. En lämplig metod att använda vid identifiering av olika brandscenarier är en så kallad grovanalys. Vid en grovanalys görs en översiktlig identifiering och bedömning av riskkällor. Metoden går ut på att verksamheten och byggnaden granskas i stora drag och därigenom identifieras riskkällor och möjliga skadehändelser. I metoden bör en grov uppskattning av sannolikheter och konsekvenser ingå för att underlätta en systematisk värdering av riskerna (Davidsson, 2003). En grovanalys gjordes utifrån diskussioner med räddningstjänsten i Kungälv/Ale, platsbesök samt ritningsgranskning och tio stycken representativa brandscenarier togs fram.

7.1 Kvalitativ beskrivning av tänkbara brandscenarier

Nedan görs först en kvalitativ beskrivning av de tio olika brandscenierna och därefter en värdering utifrån uppskattade sannolikheter och konsekvenser.

1. Brand i publik toalett i källaren

En brand i den publika toaletten på källarplanet skulle kunna orsakas av att någon röker där och sedan slänger cigarett i papperskorgen. På grund av den låga brandbelastningen som mer eller mindre bara består av papper i en papperskorg kan konsekvensen bedömas som låg. Sannolikheten bedöms vara måttlig.

2. Brand i förråd i källaren

I krypprunden, förråden, korridorerna och även under trapporna på källarplanet förvaras stora mängder brännbart material av papper och plast som exempelvis drickabackar, kartonger, plastburkar och skräp. Om detta antänds exempelvis av ett elektriskt fel eller av någon utomstående (anlagd brand) kan tillväxthastigheten och effektutvecklingen bli väldigt hög. Branden kan snabbt spridas till omkringliggande material i själva förrådet men även till korridorerna om dörren står öppen eller saknas. På grund av den höga brandbelastningen i källarutrymmena anses branden snabbt kunna spridas även om väggarna är täckta av tändskyddande material. Enligt statistik är en stor del av de bränder som uppstår i nattklubbsverksamhet anlagda eller har uppstått på grund av elfel (U.S. Fire Administration, 2004). Det är inte särskilt troligt att någon i personalen lyckas släcka branden innan den vuxit sig stor eftersom detta antagligen sker väldigt fort. Detta scenario anses vara mycket allvarligt, med mycket hög konsekvens och mycket hög sannolikhet.

3. Brand i personalutrymme i källaren

I personalutrymmet (tvättstuga och omklädningsrum) på källarplanet skulle en brand kunna uppstå på grund av ett elfel, till exempel i tvättmaskinen. Brandbelastningen är här relativt hög eftersom det finns två tvättmaskiner och en del kläder som skulle kunna brinna. Sannolikheten att branden sprider sig från personalutrymmet är däremot låg då det i passagen till resten av källaren inte finns något brännbart material. Konsekvensen bedöms därför som måttlig.

4. Brand i garderob i källaren

Statistiskt sett är bränder i garderober mindre vanliga, men då det förvaras mycket brännbart material där skulle konsekvensen kunna bli mycket hög. En brand skulle kunna uppstå om

någon stoppar ner en cigarett i jackan som sedan hängs in och antänder. Eftersom Societetshuset bara bedriver verksamhet på sommaren då gästerna inte har så mycket ytterkläder antas det maximalt finnas 100 jackor i garderoben och därmed bedöms konsekvenserna av en brand bli begränsade i jämförelse med hur stor en garderobsbrand annars kan bli, se bilaga H.

5. Brand i fritös eller spis i kök på plan 1

I köket finns både en fritös och en gasspis som är igång vid de tillfällen det tillagas mat, exempelvis vid restaurangverksamhet och studentbaler. Med tanke på fritösernas höga temperatur och gasspisens öppna låga kan det vara lätt hänt att ett föremål av lättantändligt material, exempelvis en servett eller handduk, börjar brinna om denna placeras olämpligt nära. En sådan brand kan snabbt spridas och få en hög effektutveckling med snabb tillväxthastighet eftersom det ofta förvaras stora mängder brännbart material i ett kök med full verksamhet. Då det kan tänkas befinna sig upp till 450 sittande gäster vid en studentbal anses konsekvensen vid en sådan brand vara mycket hög. Eftersom det ofta råder ett högt arbetstempo i ett restaurangkök anses det mycket troligt att en brand kan starta på det vis som beskrivits ovan.

6. Brand på grund av gasolleckage i kök på plan 1

I köket går en gasolledning in från gasolförvaringen utanför till gasolspisen. Denna ledning skulle kunna gå sönder om till exempel en vagn körs in i den med hög fart. Då skulle gasolen kunna antändas av en gnista och en flamma ur ledningen kan uppstå vilket kan resultera i en snabb brandspridning. Sannolikheten för detta bedöms som låg då det antagligen krävs ganska mycket kraft för att få hål på ledningen. Dessutom antas det sannolikt att personal stänger av gasoltillförseln via huvudavstängningen alternativt lyckas släcka flamman med en handbrandsläckare. Skulle det ändå inträffa bedöms konsekvensen av en brand med så snabbt brandförlopp som mycket hög.

7. Brand i salong på plan 1 eller plan 2

Salongerna på plan 1 används som lounger vid nattklubsverksamhet. En kväll då det inte är alltför mycket folk kan det tänkas att någon av salongerna tidvis står tom. Ett kvarglömt tändljus skulle då kunna sprida sig till de långa gardinerna och en brand kan uppstå. I salongen finns stora stoppade soffor intill fönstret som sedan skulle kunna antända och i så fall kan en relativt stor brand uppstå vilket kan få hög konsekvens. Sannolikheten för att detta ska inträffa (det vill säga att antändning och spridning till soffan sker) bedöms som medelhög då det är relativt sannolikt att någon upptäcker och kan släcka branden i ett tidigt skede.

8. Brand i bar på plan 1 eller plan 2

En brand i salongsbaren på plan 1 eller i baren på plan 2 skulle kunna uppstå på grund av ett elfel. Brandförloppet bedöms som relativt långsamt eftersom det som bedöms kunna ta eld är själva bardisken eller kylarna som inte består av ett lättantändligt material. Eftersom personal ofta finns i närheten är sannolikheten stor att branden kan stoppas i ett tidigt skede. Dock bedöms en brand här ha hög konsekvens om den tillåts att spridas då det finns mycket brännbart material i närheten.

9. Brand i tältduk eller möbler på veranda på plan 1

På verandan skulle en brand kunna orsakas av att en av terrassvärmarna står för nära en markis eller tältduk. Branden skulle även kunna uppstå på grund av läckage från gasolbehållarna som antänts. Tar sig branden kan den spridas till fasaden och möjligen blockera viktiga nödutgångar. På verandan finns dessutom en stor mängd brännbart material. Konsekvensen i det här

scenariot beror på om fönster och dörrar är öppna eller stängda eftersom brandgaserna i det stängda fallet inte direkt kommer kunna ta sig in i lokalen. Sannolikheten för att detta scenario ska inträffa bedöms vara hög. Även konsekvensen antas bli hög.

10. Brand på veranda på plan 2

En brand på verandan på plan 2 skulle kunna uppstå på grund av ett fel på infravärmen. Om branden sprids in i lokalen fås samma konsekvens som vid brand i salong. Det kan också tänkas att branden sprider sig neråt, till markiserna på verandan på plan 1. Då fås samma konsekvenser som vid verandabrand. Sannolikheten för detta scenario bedöms vara måttlig och konsekvensen hög.

11. Brand i stora salen

En brand i stora salen skulle kunna uppstå om ett levande ljus på borden välter. Det antas dock befinna sig mycket folk i närheten och sannolikheten är stor att någon hinner släcka branden i ett tidigt skede. En brand skulle kunna uppstå i närheten av eller på scenen, men då antändningskällorna här antas vara begränsade är sannolikheten att det här uppstår en brand låg.

Skulle en brand ändå starta och tillväxa skulle konsekvensen kunna bli hög.

7.2 Grovanalys

Sannolikheten och konsekvensen för respektive scenario bedöms på en skala från låg till mycket hög. Låg konsekvens innebär att inga personskador uppstår. Måttlig, hög och mycket hög innebär olika nivåer av personskador. Resultatet redovisas i tabell 7.1.

Tabell 7.1. Grovanalys av brandscenarier.

	Scenario	Sannolikhet	Konsekvens
1	Brand i publik toalett i källaren	Måttlig	Låg
2	Brand i förråd i källaren	Hög	Mycket hög
3	Brand i personalutrymme i källaren	Måttlig	Måttlig
4	Brand i garderob i källaren	Måttlig	Hög
5	Brand i fritös eller spis i kök på plan 1	Mycket hög	Mycket hög
6	Brand på grund av gasolläckage i kök på plan 1	Låg	Mycket hög
7	Brand i salong på plan 1 eller plan 2	Måttlig	Hög
8	Brand i bar på plan 1 eller plan 2	Måttlig	Hög
9	Brand i tältduk eller möbler på veranda på plan 1	Hög	Hög
10	Brand på veranda på plan 2	Måttlig	Hög
11	Brand i stora salen	Måttlig	Hög

7.3 Val av dimensionerande brandscenarier

Vid en analys av brandsäkerheten kan samtliga möjliga brandscenarier undersökas, men då detta är mycket tidskrävande görs istället en bedömning av vilka scenarier som är mest representativa. För att reducera antalet brandscenarier som utreds kan man tänka sig att en del av de identifierade brandscenarierna ej är så omfattande vilket innebär att de täcks av de brandscenarier med större konsekvenser. En del av scenarierna ger också liknande brandförlopp och konsekvenser och behöver därmed inte utredas var för sig. Genom ett väl genomtänkt val av övergripande brandscenarier vilket byggnaden sedan dimensioneras efter, kan byggnaden anses säker vid de flesta troliga brandscenarier som kan inträffa. Vid val av dimensionerande brandscenarier bör flera aspekter övervägas, scenarierna bör närma sig de

värsta tänkbara men ändå vara troliga att inträffa. Dessutom bör valet av brandscenarier innefatta flera olika tänkbara brandförlopp. Nedan redovisas valda brandscenarier för societetshuset med en kort diskussion om varför dessa valdes.

7.3.1 Brand i förråd i källaren

En brand i ett förråd eller i en korridor i källaren innebär en hög brandbelastning, en snabb blockering av en av huvudingångarna och snabb brandgasspridning på grund av balkongspillplymer. Det antas vara en mycket hög persontäthet och en stor del av gästerna kan även tänkas vara alkoholpåverkade. Alla dessa faktorer medför stora risker för personsäkerheten och täcker samtidigt in en rad liknande scenarier där brand startar i källaren; brand i garderob, brand i personalutrymme och brand på toalett. Hädanefter kommer detta scenario kallas brand i förråd.

7.3.2 Brand i fritös eller spis i kök på plan 1

En brand i köket innebär hög effektutveckling och snabb brandgasspridning till stora salen där det kan tänkas finnas ett stort antal sittande matgäster. Detta scenario innefattar även de scenarier som ger liknande brandgasspridning, till exempel brand i salonger och barer. Scenariot behandlar de fall då det finns sittande matgäster och verksamhet i köket. Hädanefter kommer detta scenario kallas brand i kök.

7.3.3 Brand i tältduk eller möbler på veranda på plan 1

En brand på verandan på grund av gasolhanteringen anses vara en stor riskkälla. På grund av svårigheten att förutse händelseförloppet och modellera branden har endast ett kvalitativt angreppssätt använts.

7.4 Riskanalysmetod

Vid utredning av personsäkerheten vid de valda brandscenarierna används delvis en händelseträdsmetodik. Denna metod innebär att de identifierade brandscenarierna delas upp med hjälp av händelseträdsteknik så att analysen kan beakta olika förutsättningar för att lokalen ska hinna utrymmas innan kritiska förhållanden inträffar. Samtliga utfall i händelseträdet undersöks och resultatet blir en jämförelse mellan tillgänglig tid för utrymning och utrymningstiden för varje utfall, se bilaga K. På grund av de stora riskerna med gasol görs dessutom en kvalitativ riskbedömning över gasolhanteringen.

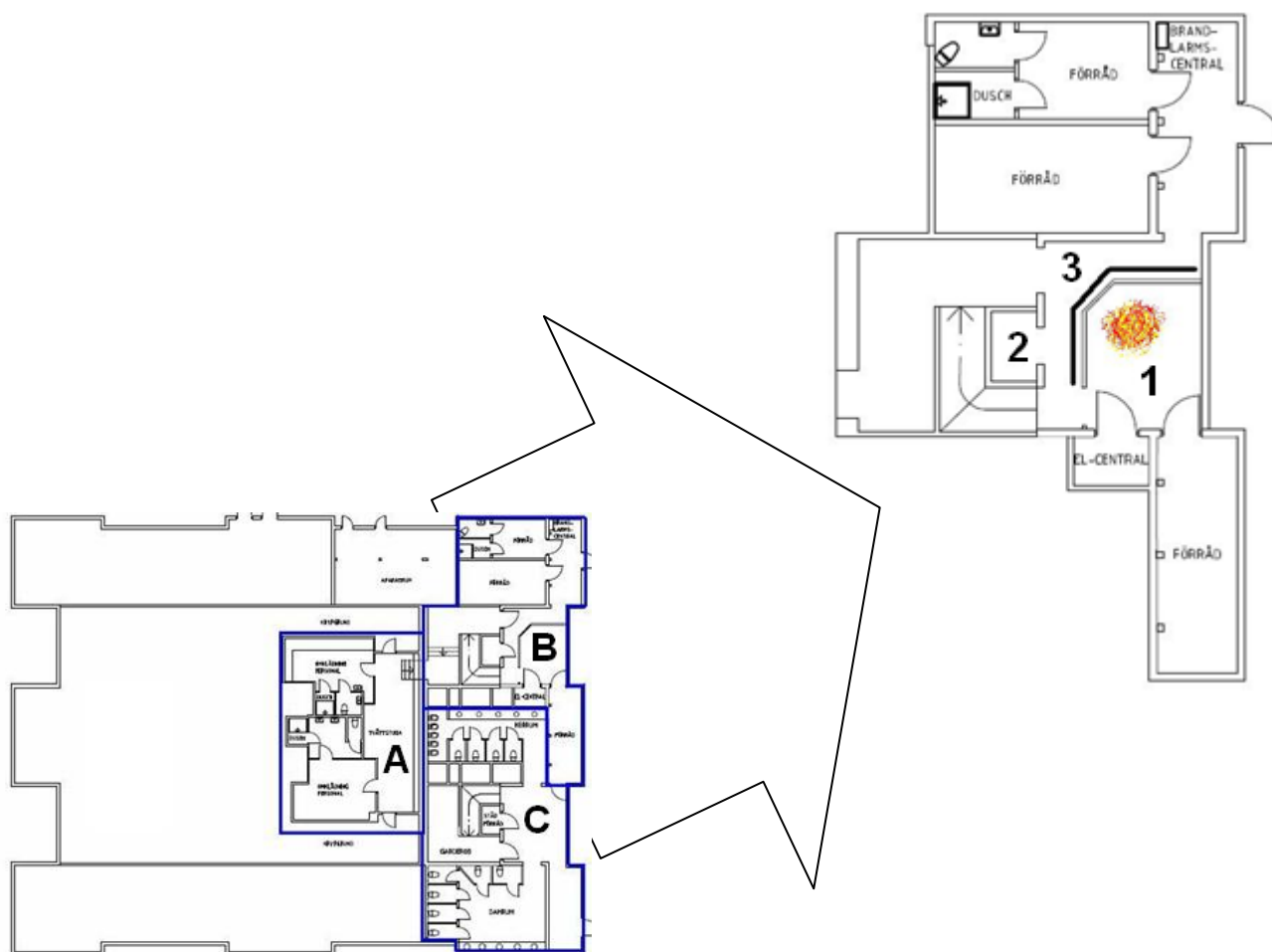
8 Brandscenario 1 - Brand i förråd

Detta kapitel behandlar brandscenario 1-Brand i förråd.

8.1 Beskrivning

De flesta helgerna under sommaren arrangerar Societetshuset nattklubb. Vid dessa tillfällen tar man in maximalt 700 personer⁴ fördelat på stora salen, salongerna, ovanvåningen, toaletterna och verandan. Det serveras alkohol i barerna och trängseln är antagligen stor.

På källarplanet finns ett antal förråd där det förvaras stora mängder brännbart material, bland annat drickabackar, kartonger, plastburkar och alkohol. Även i korridorerna förvaras det mycket kartonger och drickabackar vilket gör att en brand som startar i ett förråd lätt kan spridas till korridorerna och andra förråd om dörren är öppen, även om väggarna är täckta med tändskyddande gips. Branden antas i detta scenario starta i det förråd som är markerat med nummer 1 i figur 8.1. Detta förråd har ingen dörr ut till korridoren och ligger precis i anslutning till trappan som leder upp till första våningen. I korridoren som löper utanför förrådet förvaras en stor mängd kartonger markerat med nummer 3 och ett streck i figur 8.1. Under trappan finns också mycket kartonger och annat material markerat med nummer 2 i figur 8.1. Se även tidigare figur 2.2. Mellan område B och C i figur 8.1 finns ett förråd med låsta dörrar i vardera ände.



Figur 8.1. Källarplanet samt förstora del där branden uppstår.

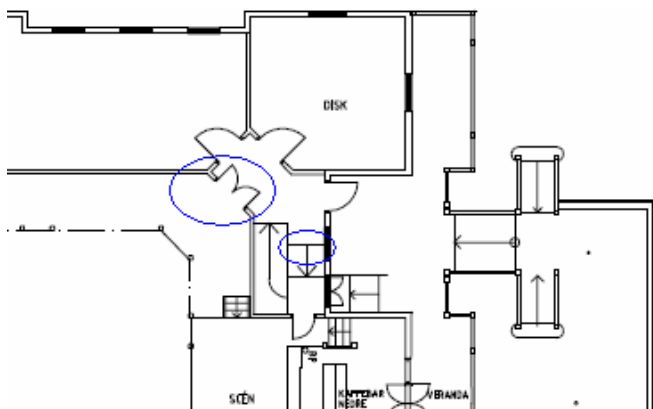
⁴ Verksamhetsutövare Ulf Stenberg, Societetshuset Marstrand, samtal 2010-02

8.2 Brandförlopp

Branden antas starta på grund av ett elektriskt fel eller att någon utomstående startar branden. Skador på elektriska ledare och elektrisk utrustning är en vanlig brandorsak. Statistik visar att upp mot 18 % av bränder i barer och nattklubbar orsakas av elektriska fel (U.S. Fire Administration, 2004). För mer information angående elektriska fel, se bilaga I.

Förutom elfel misstänks många av bränderna i barer och nattklubbar vara anlagda. Upp emot 28 % av bränderna är misstänkta mordbränder (U.S. Fire Administration, 2004). Även om den berörda delen av källarplanet antas vara avspärrad för allmänheten är det ganska lätt att ta sig dit då den enda avspärrningen av trapphuset som leder till personalens del av källaren består av ett rep.

Eftersom hela förrådet är fullt med lättantändligt material kan en liten brand orsakad av ett elfel (eller anlagd brand) snabbt växa och spridas till omkringliggande material. Även om en värmedetektor kan tänkas aktivera tidigt kommer förmodligen inte personal hinna släcka branden innan den vuxit sig stor. Detta eftersom branden sker i ett dolt utrymme och ingen personal förväntas befinna sig i källarförråden. Brandgaserna kommer spridas ut i korridoren och upp genom trapphuset. Därmed kan ett försök att ta sig ner till brandhärden omöjliggöras. Dörren intill angränsande förråd antas vara stängd och därmed antas det inte ske någon brandgasspridning till den del av källaren där gäster vistas. Branden kan väldigt snabbt sprida sig till kartongerna i korridoren och under trappan se figur 2.2. Dörrarna i trapphuset på plan 1 stänger inte ordentligt och där kan mycket brandgaser sprida sig ut i stora salen. På grund av detta antas dörrarna vara öppna i grundscenariot. Figur 8.2 visar en bild med de kritiska dörrarna inringade. På planritningen är en av de dörrarna ej markerad som en dörr, bara en trappa.



Figur 8.2. Kritiska dörrar.

8.3 Effektutveckling

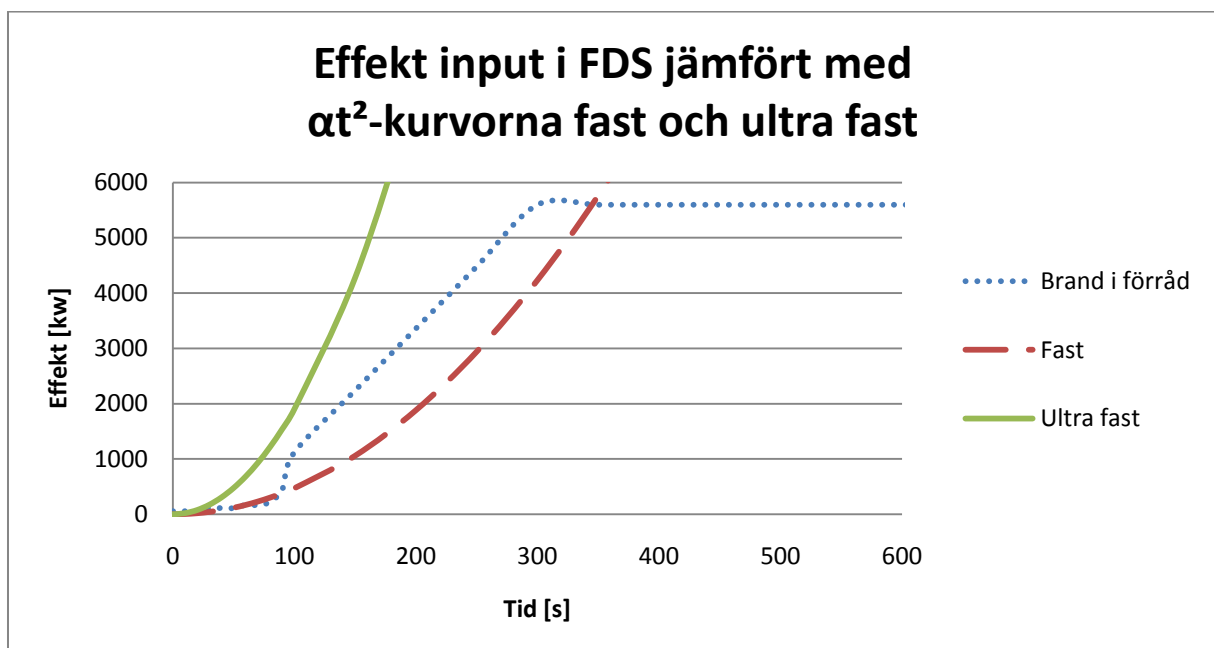
I förrådet förvaras kartonger, plastbackar och andra föremål av brännbart material. National Research Council i Kanada gjorde under 2007 en samling försök med syftet att ta fram dimensionerande bränder för publika och kommersiella lokaler (Bwalya, 2007). I försöken eldades uppställningar med material av den typ och i den mängd som normalt hittas i eller i anslutning till publika eller kommersiella lokaler såsom affärer, restauranger och samlingslokaler. Ett av deras försök behandlade lokaler som används som förråd. I figur 8.3 visas den mängd brännbart material som eldades i försöket. Figur 8.3 visar även den mängd material som finns i det aktuella källarförrådet, under trappan och i korridoren (område a, b och

c i figur 8.1). Den aktuella mängden brännbart material uppskattas vara ungefär dubbelt så stor som det material som eldades i det kanadensiska försöket vilket illustreras i figur 8.3.



Figur 8.3. Mängd material i försöksupställningens förråd samt förrådet på Societetshuset.

Effektutvecklingskurvan för brandscenario 1 togs fram genom att dubblera den maximalt uppmätta effektutvecklingen från försöket av National Research Council. Vidare resonemang kring detta finns i diskussionen, avsnitt 8.11. I figur 8.4 visas den effektutvecklingskurva som användes i simuleringen för grundscenariot. I figuren visas också α^2 -kurvor med tillväxthastigheten fast samt ultra fast. För beskrivning av α^2 -kurvor se bilaga M.



Figur 8.4. Effektinput i FDS jämfört med α^2 -kurvorna fast och ultrafast.

8.4 Tid till kritiska förhållanden

För att simulera brandförloppet användes CFD-modellen Fire Dynamics Simulator, FDS. Beskrivning av programmet, en tabell över resultaten samt den förenklade geometrin finns i bilaga A och C. Nedan följer en redogörelse för vilka resultat som erhållits.

8.4.1 Brandgaslager

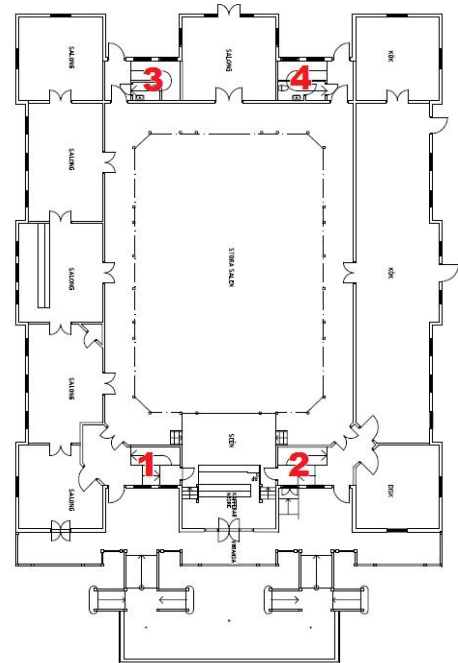
Enligt kapitel 4 får brandgaslagrets höjd inte bli lägre än 2,6 meter över golvet för plan 1 i stora salen och 2,2 meter för plan 2. Tiden till brandgaslaget når denna höjd är dock mycket svår att bestämma eftersom brandgaslaget varierar i lokalen. Även om den kritiska nivån för brandgaslagrets höjd skulle ha uppnåtts, kan utrymning möjligen fortgå under förutsättning att kriterierna för sikt, toxicitet och temperatur inte uppnåtts. Detta gör att tiden till kritiska förhållanden istället bestäms med övriga parametrar. De kritiska förhållandena varierar mellan de olika trapphusen och för att få en bättre översikt över de olika nivåerna är trapphusen numrerade från ett till fyra. Figur 8.5 visar en bild på de numrerade trapphusen.

8.4.2 Sikt

Enligt kapitel 4 får sikten ej understiga 10 meter i utrymningsvägarna för att utrymning ska vara möjligt. För att uppskatta tiderna tills sikten understiger 10 meter användes resultat från FDS simuleringen. I tabell 8.1 redovisas tiden tills sikten i de olika trapphusen (som leder från plan 2 till plan 1) samt tiden tills sikten för de olika utrymningsvägarna på plan 1 understiger 10 m.

Tabell 8.1. Tider till kritiska förhållanden gällande sikt.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [meter]	Tid [s]
2	1	10	140
2	2	10	70
2	3	10	160
2	4	10	160
1	1	10	240
1	2	10	40
1	3	10	230
1	4	10	220



Figur 8.5. Numrerade trapphus/utrymningsvägar.

8.4.3 Temperatur

Enligt kapitel 4 är den maximala temperaturen som en människa får utsättas för vid utrymning 80 °C. Tiden tills 80 °C uppnås i de olika utrymningsvägarna på plan 1 och 2 avlästes i FDS och redovisas i tabell 8.2.

Tabell 8.2. Tider till kritiska förhållanden gällande temperatur.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [°C]	Tid [s]
2	1	80	420
2	2	80	120
2	3	80	380
2	4	80	340
1	1	80	>600
1	2	80	100
1	3	80	>600
1	4	80	580

8.4.4 Strålning

Enligt kapitel 4 är den maximala strålningen som en människa får utsättas för vid utrymning 10 kW/m² under ett fåtal sekunder eller 2,5 kW/m² under en längre tid. I detta scenario brinner det i ett källarförråd där det inte förväntas finnas några personer. Strålningen från flammorna är därför ej av intresse i detta fall. Enligt handberäkningar i Bilaga G blir den maximala strålningen från brandgaslagret på de personer som befinner sig i stora salen 1,1 kW/m², det vill säga att de inte utsätts för kritiska nivåer när det gäller strålning.

8.4.5 Toxicitet

Enligt kapitel 4 får inte personer utsättas för skadliga doser av giftiga gaser. Koldioxidhalten får ej överstiga 5 % och kolmonoxidhalten får ej överstiga 0,2 % (Brandteknik, 2005). De brandgaser som tar sig upp till stora salen antas vara väl omblandade på grund av balkongspillplymer. Enligt FDS simuleringen kommer inga skadliga halter av koldioxid (eller kolmonoxid) inträffa i större delen av stora salen, varken på plan 1 eller 2. Däremot uppnås skadliga koncentrationer av koldioxid efter 180 sekunder i närheten av och i trapphuset som leder från brandrummet till plan 1 och plan 2. De personer som befinner sig i närheten av trapphuset kommer alltså i högre grad än andra riskera att bli utsatta för skadliga gaser. Brandgaserna kommer förutom koldioxid och kolmonoxid också troligen innehålla vissa mängder av saltsyra (HCL) då en stor mängd av bränslet består av plastbackar. HCL är giftigt samt irriterande för luftvägarna och bör undvikas vid utrymning. Dock anses brandgaserna vara så utblandade och koncentrationerna av skadliga gaser så låga att enbart de personer som befinner sig närmast trapphuset påverkas av brandgasernas toxicitet.

8.4.6 Sammanfattning av kritiska förhållanden

Även om den kritiska nivån för brandgaslagrets höjd har uppnåtts i en utrymningsituation skulle utrymningen kunna fortgå förutsatt att kriterierna för sikt, toxicitet och temperatur inte uppnåtts (Brandteknik, 2005). Den parameter som i detta scenario först når kritiska förhållanden är brandgaslagrets höjd, men så länge ingen av de andra parametrarna nått respektive kriterium skulle alltså utrymning kunna fortgå. Av de övriga parametrarna är det sikten som först når kritiska förhållanden. Därför används denna tid vid jämförelse med den tid det tar att utrymma. För plan 2 är denna tid 140 till 160 sekunder och för plan 1 är den 220 till 240 sekunder enligt FDS. Trapphus två har då bortsetts från eftersom brandgaserna direkt sprider sig där. Det är under dessa tider en utrymning kan fortgå. En utrymningstid som överskrider denna är ej acceptabel.

8.5 Tid till utrymning

Den tid det tar innan det uppstår kritiska förhållanden jämförs med den tid det tar för personer att utrymma. Den senare tiden utgörs av varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid. Det antas att räddningstjänsten inte hinner anlända innan utrymning slutförts på grund av Societetshusets otillgängliga läge.

8.5.1 Utrymningstid

Att bestämma en varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid för den situation som uppstår vid det antagna brandförloppet är svårt och osäkerheterna i en uppskattning kommer vara stora. För att illustrera dessa osäkerheter används olika fördelningar istället för punktskattningar av varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid. Genom att göra en simulering i datorprogrammet @Risk tas det hänsyn till hur osäkerheten för dessa tider påverkar den totala utrymningstiden. En beskrivning av programmet finns i bilaga A.

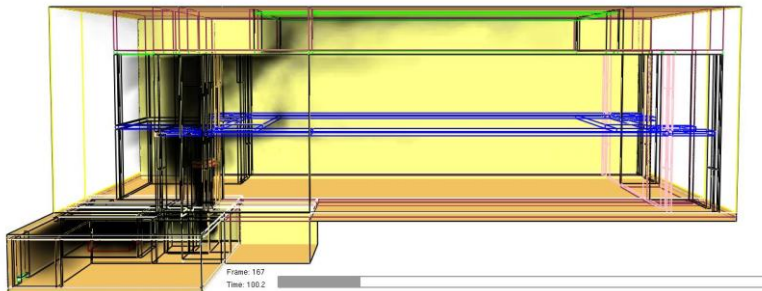
Enligt avsnitt 4.2 beror varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid på ett flertal faktorer. Enligt de i avsnitt 8.1 givna förutsättningarna för scenariot startar branden i ett dolt utrymme, försett med en värmedetektor som är direktkopplad till brandalarmcentralen som automatiskt aktiverar utrymningslarmet som består av ringklockor. Enligt förutsättningarna spelas det dessutom mycket hög musik, belysningen är låg och det finns ingen nödbelysning. Under nattklubsverksamhet kan de flesta personerna anses vara berusade och därmed förhindrade att snabbt reagera. På Societetshuset förekommer ingen form av konstgjord rök, så kallad diskorök, men då det är mycket vanligt på andra ställen kan det antas att gästerna som är vana vid discorök minskar sin uppmärksamhet på brandgaser.

8.5.2 Varseblivningstid och förberedelsetid

Tiderna för varseblivning och förberedelse för personerna kommer att skilja sig åt beroende på var de befinner sig. Varseblivningstiden och förberedelsetiden för personer i källaren antas vara kortast då det där inte finns någon störande musik. För dessa kan varseblivningstiden sättas till den tid det tar för värmedetektorn i förrådet att detektera branden varpå utrymningslarmet aktiveras. Denna tid beräknas till 32 sekunder med datorprogrammet Detact QS. En beskrivning av programmet och dess förutsättningar finns i bilaga A. Tidigare avsnitt, nummer 8.5.1, beskriver hur förberedelsetiden kan variera kraftigt beroende på flera olika faktorer. De viktigaste av dessa faktorer är om personerna som vistas där kan vara kraftigt berusade, om någon tar ett tidigt initiativ till att utrymma och om det finns personal på plats i exempelvis garderoben. Enligt rapporten *Tid för utrymning vid brand* (Frantzich, 2001) kan förberedelsetiden för gäster vid nattklubsverksamhet då personerna inte kan se branden och

då utrymningslarmet består av ringklockor vara upp till 300 sekunder. Enligt samma rapport kan förberedelsetiden för personal i liknande situation vara 90 sekunder. Då det finns personal i garderoben i källaren som kan initiera en utrymning antas förberedelsetiden bli kortare än 300 sekunder för gästerna och vara cirka 240 sekunder. Den totala tiden för varseblivning och förberedelse är cirka 270 sekunder för personerna i källaren.

På plan 1 och 2 antas det att musiken överröstar utrymningslarmet vilket gör situationen mer komplicerad särskilt eftersom det dessutom är mörkt vilket försvårar möjligheten för personerna att se brandgaserna. Dessutom är det enligt tidigare avsnitt, nummer 8.5.1, vanligt med så kallad discorök på nattklubbar vilket kan innebära att personer inte kommer reagera på brandgaserna förrän de blivit så tjocka att lukten och obehagskänslor gör att de inte längre kan misstas för ofarlig discorök. Det bör också vägas in att personerna kan antas vara berusade vilket gör deras omdöme mycket försvagat. Varseblivningstiden för personerna på plan 2 antas vara tiden tills personerna börjar känna lukten av brandgaser och en del personer dessutom kommer känna obehag. Simuleringar i FDS visar att efter 100 sekunder börjar brandgaser sprida sig på plan 2. Varseblivningstiden sätts alltså till 100 sekunder för plan 2. Brandgasspridningen efter 100 sekunder illustreras i figur 8.6. De rekommenderade förberedelsetiderna i *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005) för denna situation är 180 till 300 sekunder, men det förutsätter då att personerna ej ser eller känner av branden. Förberedelsetiden sätts därför till cirka 30 sekunder eftersom personer kommer känna av brandgaserna och därmed bestämma sig ganska snabbt för att utrymma. Beslutet att utrymma kommer sprida sig över planet då brandgaserna samtidigt sprids med ganska hög hastighet och en paniksituation är i detta fall ett möjligt scenario, för vidare resonemang se diskussionen, avsnitt 8.12. Den totala tiden för varseblivning och förberedelse antas vara cirka 130 sekunder för personerna på plan 2. Att anta en längre förberedelsetid är inte rimligt eftersom det uppstår kritiska förhållanden kort efter den antagna tiden.

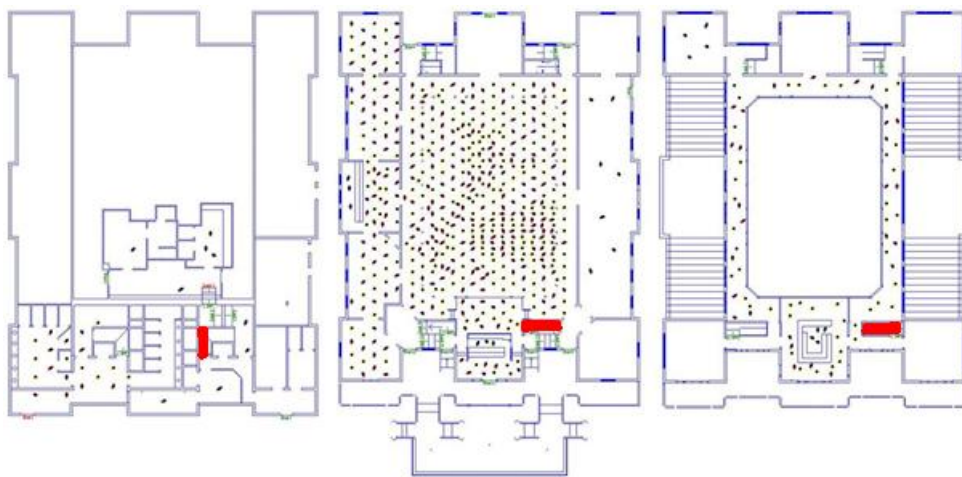


Figur 8.6. Brandgasspridningen efter 100 sekunder enligt FDS.

Personerna på plan 1 antas ha en längre varseblivnings- och förberedelsetid då dessa inte kommer känna av brandgaserna lika snabbt som personerna på plan 2 och det kommer därmed ta längre tid för dem att förstå vad som händer. Varseblivningstiden sätts till cirka 130 sekunder eftersom personer från plan 2 vid denna tid kommer nå plan 1 genom trapphusen och initiera en utrymning av även detta plan. Förberedelsetiden sätts till cirka 30 sekunder med samma motivering som för plan 2. Eventuellt kan det tänkas att personal i kaffebaren upptäcker brandgaserna och meddelar discjockeyn som stänger av musiken vilket konkret innebär att varseblivningstiden minskar men förberedelsetiden kommer öka väsentligt eftersom gästerna inte kommer känna av eller se några brandgaser, och troligen kommer den kortare varseblivningstiden tas ut av den längre förberedelsetiden. Den totala tiden för varseblivning och förberedelse antas vara cirka 160 sekunder för personerna på plan 1.

8.5.3 Förflyttning

Vid simuleringen antas 650 personer befinna sig i byggnaden. För att bestämma tiden det tar för alla personer att utrymma Societetshuset används datorprogrammet Simulex. För utförligare beskrivning av programmet se bilaga A. I simuleringarna har hänsyn tagits till att gästerna har intagit en del alkohol och att det saknas nödbelysning genom att gånghastigheten har reducerats. I bilaga B redovisas de hastigheter som använts. Det har dessutom antagits att utrymning ej är möjlig genom trapphuset som leder från brandrummet till plan 1 och plan 2 markerat med rött i figur 8.7 som illustrerar startuppställningen i Simulex. Detta eftersom simuleringen i FDS visade att det uppnås kritiska förhållanden för detta trapphus redan efter 40 sekunder på plan 1 och 70 sekunder på plan 2. Detta kommer alltså ej vara tillgängligt då utrymning sker. I avsnitt 8.7.5 varierar personantalet som en känslighetsanalys.



Figur 8.7. Startuppställningen i Simulex.

Resultatet från Simulex visar att det tar 57 sekunder att förflytta sig till nödutgångarna på plan 2 och 110 sekunder för alla 650 personer att förflytta sig till nödutgångarna. I källaren tar det 24 sekunder, under vilket inga kritiska förhållanden uppstår där det vistas personer.

8.5.4 Indata för simulering i @RISK av den totala utrymningstiden

För att ta hänsyn till de stora osäkerheterna i uppskattningarna av varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstiden antas dessa vara likformigt fördelade mellan rimliga max- och minvärden. Medelvärdena av fördelningarna antas vara lika med de uppskattade utrymningstiderna i föregående avsnitt, nummer 8.5.2 och 8.5.3. I tabell 8.3 och tabell 8.4 redovisas det uppskattade medelvärdet och min-/maxvärdet för respektive plan och tid.

Tabell 8.3. Medelvärde och min-/maxvärde för varseblivnings-, förberedelse- samt förflyttningstid på plan 1.

Plan 1	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	130	100/160
Förberedelsetid	30	20/40
Förflyttningstid	110	80/140

Tabell 8.4. Medelvärde och min-/maxvärde för varseblivnings-, förberedelse- samt förflyttningstid på plan 2.

Plan 2	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	100	70/130
Förberedelsetid	30	20/40
Förflyttningstid	57	27/87

8.6 Verifiering

En verifiering av FDS har gjorts. Om resultaten som fås i en simulering eller med hjälp av handberäkningar stämmer överens med resultaten från andra modeller betyder det att de är relativt tillförlitliga och överensstämmer någorlunda väl med vad som kan tänkas hända i verkligheten.

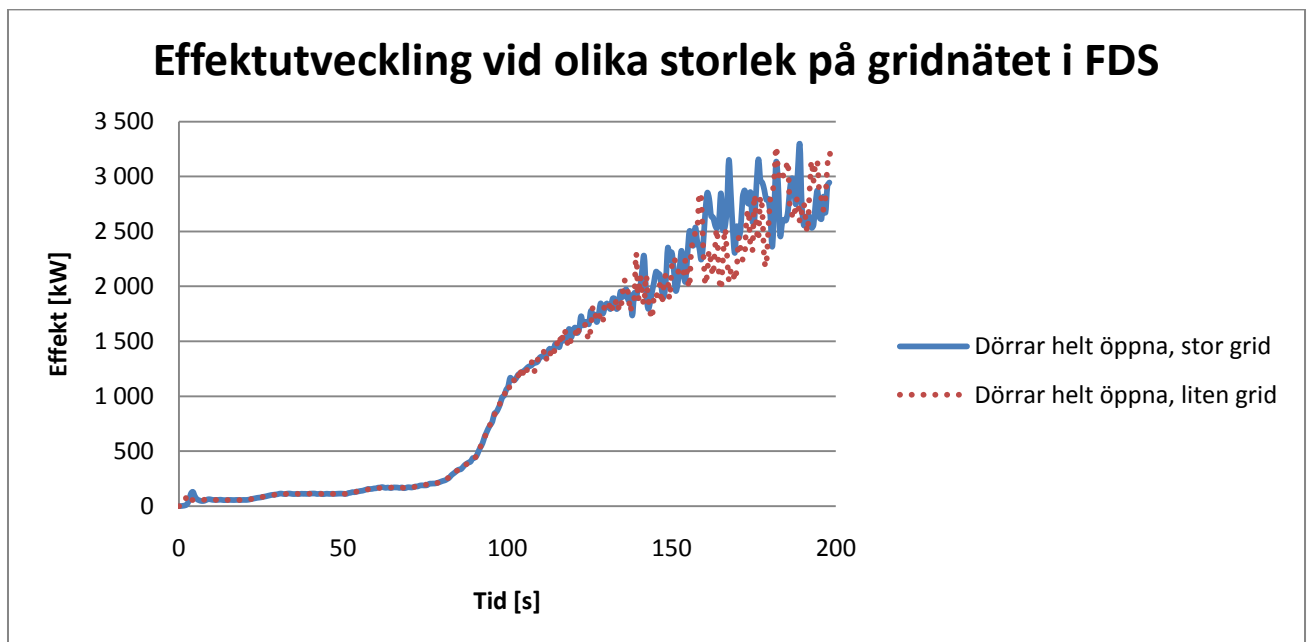
8.6.1 Handberäkningar och CFAST

Detta scenario går ej att verifiera med handberäkningar eftersom det direkt när branden startar börjar spridas brandgaser i källarplanet men samtidigt upp i trappan. Det är svårt att avgöra hur stor andel av brandgaserna som tar sig uppåt och hur stor andel som blir kvar i källaren. Det är också svårt att avgöra hur mycket luft som tränger in i plymen eftersom det på vägen från brandrummet mot stora salen bildas flera balkongspillplymer.

Det går inte heller att verifiera scenariot med hjälp av CFAST eftersom programmet precis som handberäkningarna bygger på tvåzonsmodellen. Geometrin är också för stor för att ge ett bra resultat i CFAST.

8.6.2 FDS

För att verifiera resultatet i FDS gjordes en simulering med åtta gånger så många och åtta gånger mindre celler som i grundscenariot, där båda dörrarna var öppna, 8 550 400 celler med storleken 1 dm^3 ($1*1*1 \text{ dm}$) istället för 1 068 800 celler med storleken 8 dm^3 ($2*2*2 \text{ dm}$). I figur 8.8 visas effektutvecklingen från FDS. Simuleringen med åtta gånger så många celler, liten grid, simulerades bara 200 sekunder men i och med att graferna följer varandra så pass bra under den tiden finns det ingen anledning att tro att de skulle avvika senare i brandförloppet. Att graferna är så lika visar på att simuleringarna är celloberoende. Detta betyder att simuleringar av åtgärdsförslag och olika händelseförlopp går att göra med det färre antalet celler utan att resultatet påverkas.



Figur 8.8. Effektutveckling vid olika storlek på gridnätet enligt FDS.

8.7 Känslighetsanalys

För att ta reda på hur känsligt resultatet är för förändringar i indata och förutsättningar gjordes en känslighetsanalys. Simuleringar i FDS genomfördes för två storlekar på effekten och olika förutsättningar för de två kritiska dörrarna som nämndes i avsnitt 8.2. Det har även gjorts simuleringar i Simulex med olika persontäthet.

8.7.1 Effekt

Den uppskattade maximala effekten i scenariot är väldigt hög och bygger på att det tillförs mycket luft från kryppgrunder och läckor till utsidan. För att ta reda på hur mycket resultatet förändras om effekten är något felbedömd gjordes en simulering i FDS där maxeffekten sänktes med 1,5 MW till 4 MW. Övriga förutsättningar var desamma som vid simuleringen med högre effekt. Resultat i form av tid till kritiska förhållanden med avseende på sikten redovisas i tabell 8.5 och 8.6. Trapphusen och utrymningsvägarna är numrerade enligt figur 8.5.

Tabell 8.5. Tid till kritisk sikt vid låg effekt, 4 MW.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	150
2	2	10	90
2	3	10	170
2	4	10	180
1	1	10	260
1	2	10	60
1	3	10	260
1	4	10	250

Tabell 8.6 Tid till kritisk sikt vid hög effekt, 5,5 MW.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	140
2	2	10	70
2	3	10	160
2	4	10	160
1	1	10	240
1	2	10	40
1	3	10	230
1	4	10	220

Resultatet ger att tiden till kritiska förhållanden inte ändras speciellt mycket då effektutvecklingen ändras. Vidare utredning av detta görs i avsnittet om värdering, nummer 8.8.

8.7.2 Tillväxthastighet

I och med att maxeffekten varierar ändras också tillväxthastigheten på branden något. En vidare känslighetsanalys över endast tillväxthastigheten har inte utförts. Detta då de valda hastigheterna på tillväxten anses återspegla förrådets väl eftersom de baserats på experiment. Dessutom verkar det orimligt att tillväxthastigheten är större än de som använts då dessa ligger en bit över fast kurvan i figur C.5 i bilaga C. Baserat på värden ur *Enclosure Fire Dynamics* (Karlsson & Quentiere, 2000) anses värden runt eller strax under fast rimliga för de material som finns i förrådet. Därför anses känslighetsanalysen som gjorts över effektutvecklingen tillräcklig även för tillväxthastigheten.

8.7.3 Dörrspringor

Eftersom de självstängande dörrarna antagligen går igen men inte stängs helt gjordes en simulering där de två kritiska dörrarna istället för att vara helt öppna simulerades som dörrspringor på 20 centimeter (eftersom gridnätets storlek i FDS inte tillåter mindre). Tabell 8.7 och 8.8 visar att tiden till kritisk sikt ökar då dörrarna är representerade av springor.

Tabell 8.7. Tid till kritisk sikt vid öppna dörrar.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	140
2	2	10	70
2	3	10	160
2	4	10	160
1	1	10	240
1	2	10	40
1	3	10	230
1	4	10	220

Tabell 8.8. Tid till kritisk sikt vid dörrspringor.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	180
2	2	10	90
2	3	10	200
2	4	10	200
1	1	10	>200
1	2	10	140
1	3	10	200
1	4	10	>200

Dock stängdes simuleringen automatiskt av efter cirka 200 sekunder, antagligen eftersom branden blir underventilerad. Fram till dess är dock inte tidsskillnaderna speciellt stora (cirka 40 sekunder).

8.7.4 En dörr öppen och en dörrspringa

Om de båda kritiska dörrarna gått igen är det troligt att personerna i lokalen försöker utrymma genom dörren från stora salen, se figur 8.2. Därför har även en simulering gjorts med dörren mot stora salen öppen och dörren mot kaffebaren som en dörrspringa.

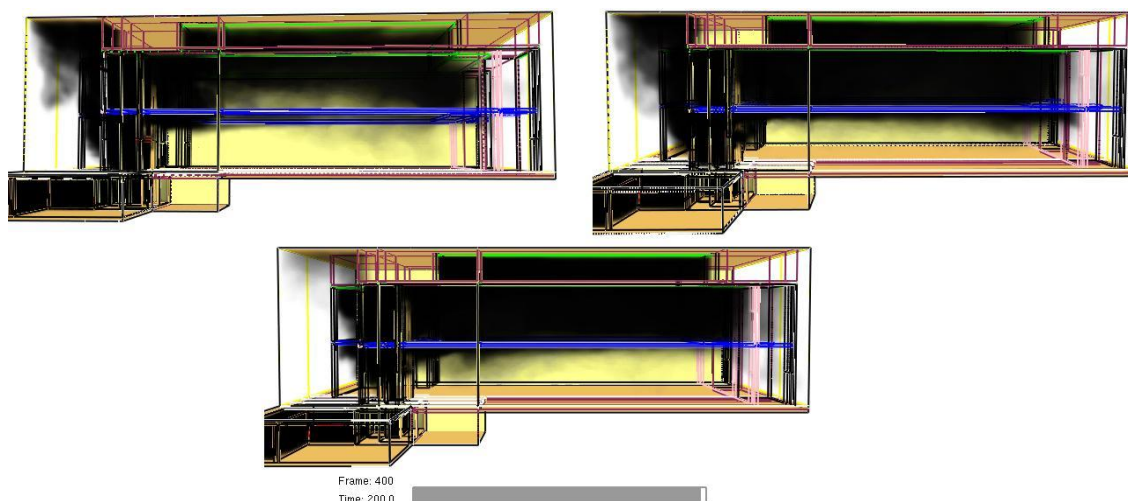
Tabell 8.9. Tid till kritisk sikt vid öppna dörrar.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	140
2	2	10	70
2	3	10	160
2	4	10	160
1	1	10	240
1	2	10	40
1	3	10	230
1	4	10	220

Tabell 8.10. Tid till kritisk sikt vid en dörr öppen och en dörrspringa.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	180
2	2	10	100
2	3	10	170
2	4	10	200
1	1	10	260
1	2	10	40
1	3	10	240
1	4	10	220

Tabell 8.9 och 8.10 visar att tidsskillnaden mellan grundscenariot och scenariot med en dörr öppen och en som dörrspringa ligger på mellan 10 och 40 sekunder i trapphusen och utrymningsvägarna. Detta anses inte heller vara en speciellt stor tidsskillnad i sammanhanget. Figur 8.9 visar brandgasspridningen efter 200 sekunder med de tre olika förutsättningarna för de kritiska dörrarna.



Figur 8.9. Brandgasspridning efter 200 sekunder i de tre olika fallen för de kritiska dörrarna. Uppe till vänster representeras båda dörrarna av springor, uppe till höger representeras en dörr som springa och i mitten är båda dörrar öppna.

8.7.5 Personantal

För att ta reda på hur stor påverkan persontätheten har för förflyttningstiden gjordes simuleringar i Simulex där personantalet minskades. Simuleringar gjordes för 650, 450, 350 och 250 personer. Resultatet visas i tabell 8.11.

8.11. Förflyttningstid vid 650, 450, 350 och 250 personer.

	Antal personer		Totalt antal	Tid totalt [s]	Tid plan 2 [s]
	Plan 1	Plan 2			
Källare					
29	543	78	650	110	57
29	330	78	450	76	57
29	321	-	350	68	-
20	230	-	250	49	-

Tiden att utrymma byggnaden helt minskar från cirka 110 till cirka 75 sekunder då personantalet minskas med 200 personer. Minskningen blir alltså enbart cirka 35 sekunder. Det vill säga att tiden inte påverkas särskilt mycket. Förberedelsetiden skulle eventuellt också kunna minska om personantalet minskas men detta är svårt att påvisa.

8.8 Värdering

Tiden tills kritiska förhållanden uppstår jämförs i detta avsnitt med den totala utrymningstiden. Känslighetsanalysen visade att tiden tills kritiska förhållanden uppstår på plan 1 kan variera mellan 220 och 260 sekunder beroende på hur stor effekten är, hur mycket av de kritiska dörrarna som är öppna och vilket av trapphusen som avses. Tiderna är jämnt fördelade mellan 220 och 260 sekunder och därför antas en likformig fördelning där medelvärdet är 240 sekunder. För plan 2 varierar tiden tills kritiska förhållanden uppstår mellan 130 och 200 sekunder beroende på hur stor effekten är, hur mycket av de kritiska dörrarna som är öppna och vilket av trapphusen som avses. De flesta tider ligger runt 160 till 180 sekunder och därför antas en triangulär fördelning med det troligaste värdet på 170 sekunder, enligt tabell 8.12.

Tabell 8.12. Medelvärde, fördelning och min-/maxvärde över tid till kritiska förhållanden på plan 1 och 2.

Kritiska förhållanden	Fördelning	Troligast värde [s]	Min/Max [s]
Plan 1	Likformig	240	220/260
Plan 2	Triangulär	170	130/200

Tiden till utrymning bestämdes i avsnitt 8.5 och redovisas nedan i tabell 8.13 och 8.14.

Tabell 8.112. Medelvärde och min-/maxvärde för varseblivnings-, förberedelse- samt förflyttningstid på plan 1.

Plan 1	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	130	100/160
Förberedelsetid	30	20/40
Förflyttningstid	110	80/140

Tabell 8.113. Medelvärde och min-/maxvärde för varseblivnings-, förberedelse- samt förflyttningstid på plan 2.

Plan 2	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	100	70/130
Förberedelsetid	30	20/40
Förflyttningstid	57	27/87

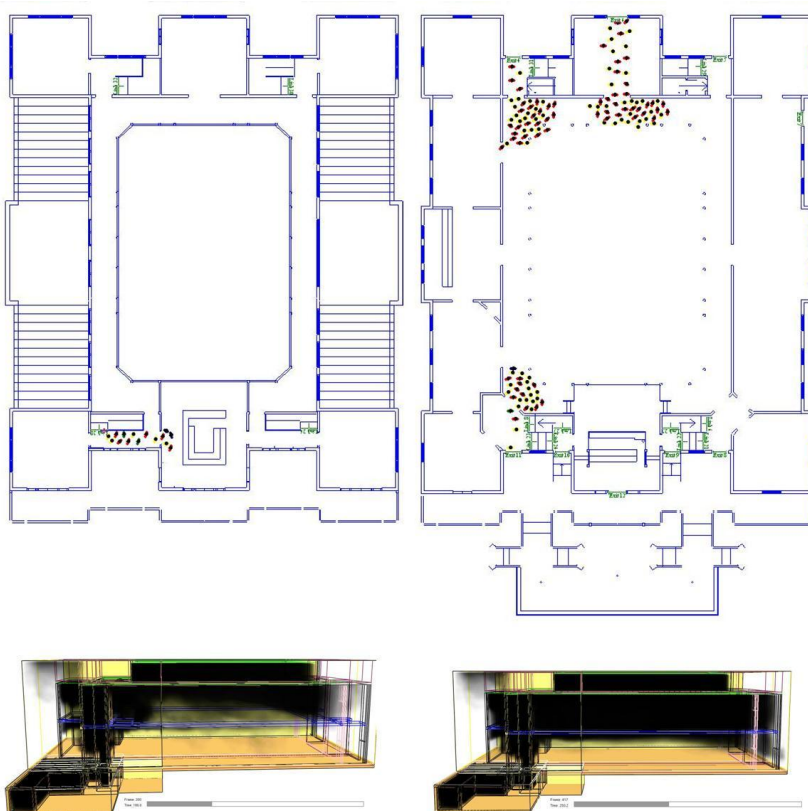
För att beräkna om tidsmarginalen, det vill säga tiden till kritiska förhållanden uppstår minus den totala utrymningstiden, är tillräcklig simulerades scenariot i @Risk där det tas hänsyn till osäkerheterna genom Monte Carlo simulering. Vid simuleringen gjordes 10 000 iterationer, det vill säga beräkningen gjordes om 10 000 gånger.

$$Tidsmarginal = t_{\text{Kritiska förhållanden}} - t_{\text{Varseblivning}} - t_{\text{Förberedelse}} - t_{\text{Förflyttning}}$$

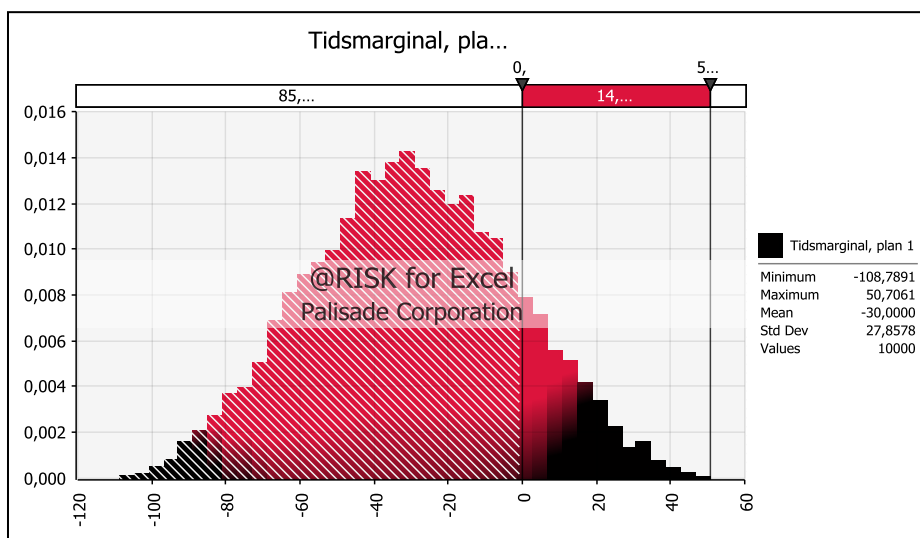
Om tidsmarginalen är positiv innebär det att alla personer hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår i samtliga utrymningsvägar och om den är negativ att alla inte hinner utrymma.

8.8.1 Plan 1

Resultatet från simuleringen för plan 1 visade att i cirka nio av tio fall (85 %) kommer tidsmarginalen vara negativ, det vill säga alla personer i byggnaden kommer inte att hinna utrymma plan 1 innan kritiska förhållanden uppstår. Medelvärdet för tidsmarginalen blev -30 sekunder. Detta innebär att cirka 110 personer är kvar i byggnaden då kritiska förhållanden uppstår enligt simulering i Simulex. Figur 8.10 illustrerar hur situationen ser ut i Simulex och FDS när detta inträffar. Resultatet för plan 1 redovisas i figur 8.11.



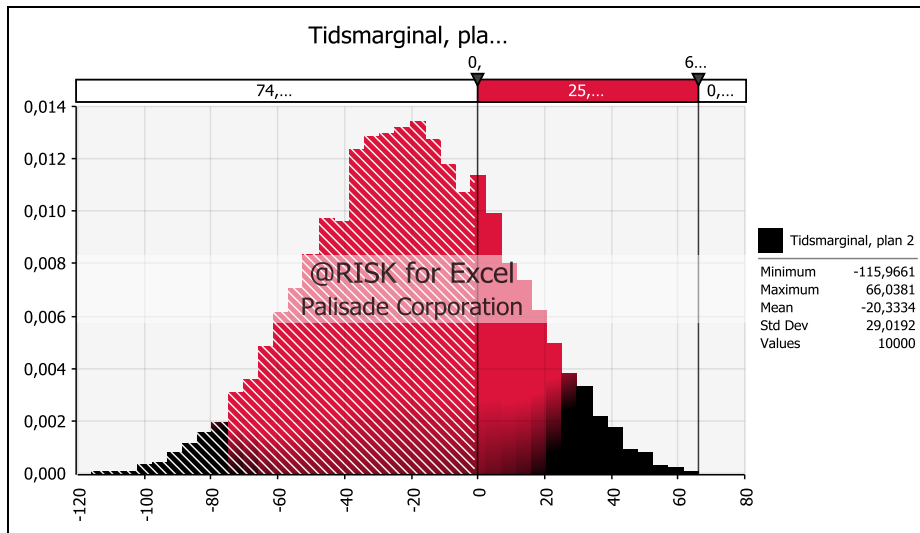
Figur 8.10. Antal personer som befinner sig på de olika planen (2 och 1) enligt Simulex då kritiska förhållanden uppstår på respektive plan enligt FDS samt brandgasspridningen vid dessa tider.



Figur 8.11. Tidsmarginal för utrymning, plan 1.

8.8.2 Plan 2

Simuleringen för plan 2 visade att i cirka åtta av tio fall (75 %) kommer tidsmarginalen vara negativ, det vill säga att alla personer på plan 2 inte kommer hinna utrymma planet innan kritiska förhållanden uppstår. Medelvärde för tidsmarginalen blev -20 sekunder. Detta innebär att cirka 15 personer är kvar på plan 2 då kritiska förhållanden uppstår enligt simulering i Simulex. Figur 8.10 illustrerar hur situationen ser ut i Simulex och FDS när detta inträffar. Resultatet för plan 2 redovisas i figur 8.12.



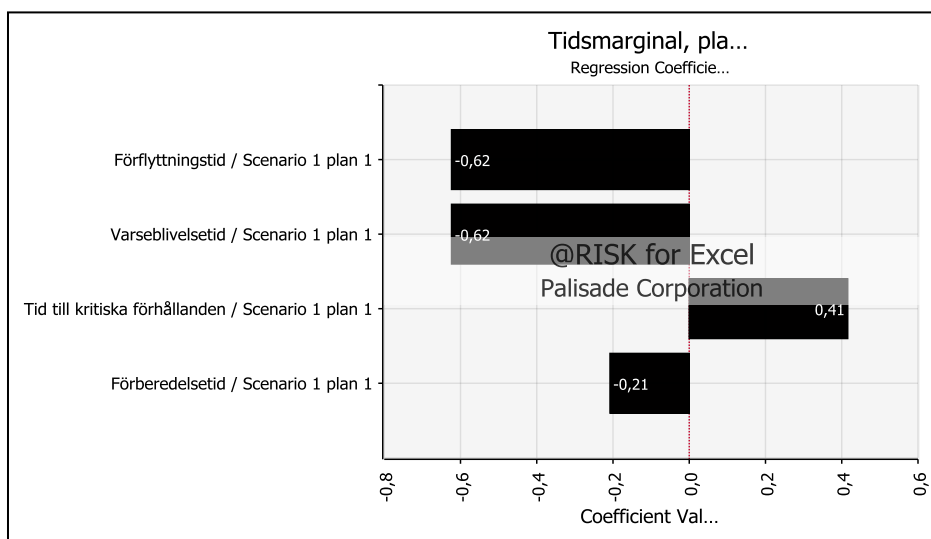
Figur 8.12. Tidsmarginal för utrymning, plan 2.

8.8.3 Slutsats @Risk

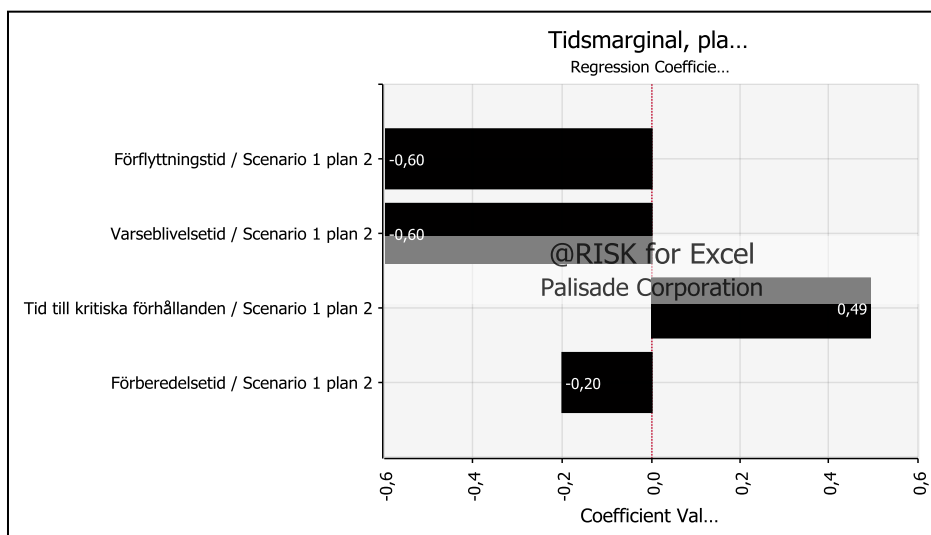
I så många som nio fall av tio kommer alla personerna i byggnaden inte hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår. Detta anses inte vara acceptabelt och i avsnitt, nummer 8.9, förelås åtgärder för att förbättra utrymningssituationen.

8.8.4 Känslighetsanalys @Risk

Vid simulering av tidsmarginalen i @Risk gjordes samtidigt en känslighetsanalys för att ta reda på vilken av indataparametrarna som hade störst betydelse för denna med avseende på regressionskoefficienter. En negativ regressionskoefficient innebär att om parametrarnas värde ökar medan övriga parametrar behåller sitt ursprungliga värde kommer slutresultatets värde minska och tvärt om när det gäller en positiv koefficient. För denna situation innebär det att om tiden till kritiska förhållanden ökar kommer tidsmarginalen öka. Regressionskoefficienterna beskriver också vilka parametrar som bidrar mest till resultatets osäkerhet. För båda planen visade regressionsanalysen att osäkerheterna kring varseblivnings- och förflyttningstiden har störst betydelse för tidsmarginalen. Det vill säga för att försöka minska osäkerheterna kring tidsmarginalen ger det bäst resultat att minska osäkerheterna kring dessa två tider. Resultatet av känslighetsanalysen kan ses i figur 8.13 och 8.14.



Figur 8.13. Känslighetsanalys plan 1.



Figur 8.14. Känslighetsanalys plan 2.

8.9 Åtgärdsförslag

För att förbättra personsäkerheten i Societetshuset vid händelse av brand krävs åtgärder. Nedan redovisas förslag på vad som skall och bör genomföras för att utrymningen ska kunna ske innan kritiska förhållanden uppstår. Åtgärderna innebär att tiden till kritiska förhållanden ökar alternativt att den totala utrymningstiden minskar. Till grund för åtgärderna ligger händelseträdet i bilaga K.

8.9.1 Åtgärder som skall genomföras

- Regelbunden utbildning av personalen.
- Rensa bort kartonger och skräp.
- **Utforma trapphusen till egna fungerande brandceller.**
- **Se till att de automatiska dörrstängarna fungerar.**
- **Musiken skall automatiskt stängas av och ljuset tändas då utrymningslarmet går igång.**
- **Byta ut dagens utrymningslarm mot ett talat meddelande.**
- Byta lappar som säger "dörren är larmad" till "endast nödutgång".
- Uppdatera utrymningsplanerna då de inte stämmer överens med den aktuella utformningen och skyltningen i byggnaden.
- Uppdatera brandskyddsdocumentationen så att den stämmer överens med det faktiska brandskyddet.
- Systematiskt brandskyddsarbete skall bedrivas i enlighet med koncernens brandskyddspolicy.
- **Installera nödbelysning.**
- Om ingen av åtgärderna i fet stil vidtas skall det maximalt tillåtna personantalet minskas till 250 personer.

8.9.2 Åtgärder som bör genomföras

- Installera brandgasventilation.
- Installera sprinkler.
- Byta ut befintliga värmedetektorer i källaren mot nya rökdetektorer.
- Installera dörrar till de förrådsutrymmen som idag saknar sådana

8.10 Validering av åtgärder

För att visa på att situationen skulle bli bättre om åtgärderna utförs gjordes en validering av de förslag som finns.

8.10.1 Utbildning av personal och bortrensning av kartonger

Personal ska få regelbunden utbildning i brandsäkerhet. Bland annat bör det ingå att hantera en handbrandsläckare, utrymningsituationer och faror med gasol. Det är också viktigt att tänka på att inte förvara för stora mängder av skräp, kartonger och drickabackar i källarförråden utan att försöka rensa ut efterhand. Om detta följs så kommer utrymningsituationen förbättras samt sannolikheten för att en brand uppstår att minska.

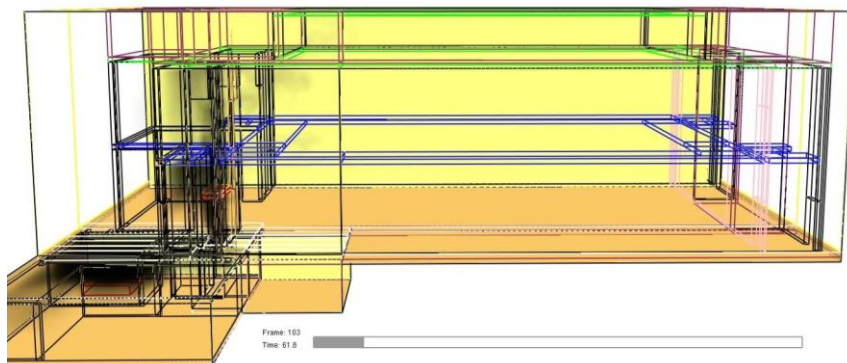
8.10.2 Trapphus och självstängande dörrar

Om trapphusen utformas som egna brandceller med självstängande branddörrar, förhindras brandspridning och begränsas brandgasspridning. Detta innebär bland annat att de befintliga dörrarna skall bytas ut mot brandklassade dörrar, alternativt förses med brandklassad färg eller

beklädnad, och att dörrarna på plan 2 som vetter mot trapphusen skall förses med dörrstängare. Även andra åtgärder kan tänkas vara nödvändiga för att trapphusen skall klassas som fungerande brandceller. En mer utförlig beskrivning av hur utformningen av brandceller bör göras finns i bilaga O. Det är dessutom nödvändigt att de automatiska dörrstängarna fungerar för att den snabba brandgasspridningen till stora salen skall förhindras. Genom att garantera att dörrarna stängs helt och hållet förhindras brandgaserna att spridas in till stora salen och några kritiska förhållanden kommer förmodligen inte uppnås så länge personer befinner sig i lokalen. Det är viktigt att tänka på att dessa dörrar måste hållas stängda under hela brandförloppet. Om en av dessa dörrar öppnas kommer brandgasspridning snabbt kunna ske. Ett scenario där endast en av dörrarna var öppen simulerades i FDS och resultatet visade att kritiska förhållanden på plan 1 uppstår efter 260 sekunder och på plan 2 efter 180 sekunder efter att dörren öppnats. För närmre beskrivning av simuleringen i FDS se bilaga C. Det är viktigt att ha i åtanke att den i scenario 1 antagna förberedelsetiden vid beräkning av den totala utrymningstiden delvis bygger på hur snabbt brandgasspridningen sker. Detta innebär att om brandgaser börjar spridas in till stora salen senare kommer även förberedelsetiden för de personer som befinner sig där att öka markant. Om detta skulle inträffa måste därmed åtgärder för att minska utrymningstiden göras. Detta kan göras på ett flertal olika sätt vilket beskrivs i avsnitt 8.10.3.

8.10.3 Musiken stängs av automatiskt och ljuset tänds

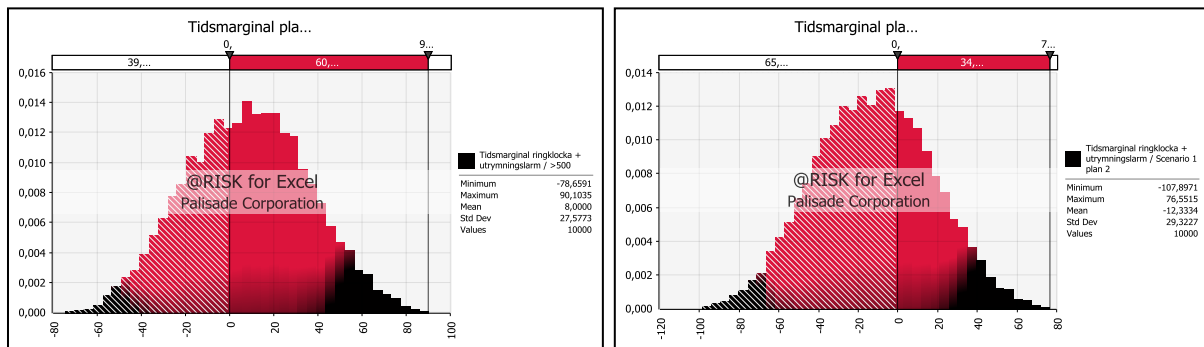
En kortare utrymningstid kan uppnås genom att musiken automatiskt stängs av och ljuset tänds då utrymningslarmet går igång. Enligt rapporten *Tid för utrymning vid brand* (Frantzich, 2001) kan förberedelsetiden för en lokal som används för nattklubsverksamhet där utrymningslarmet utgörs av ringklockor uppskattas till 300 sekunder vilket innebär en längre tid än den i scenario 1 antagna förberedelsetiden. Skillnaden mot hur det ser ut idag i Societetshuset, om musiken automatiskt stängs av och ljuset tänds, blir att personer som befinner sig i stora salen kommer att höra utrymningslarmet och dessutom tidigt se hur det väller brandgaser ut från trapphuset därför kommer förberedelsetiden rimligtvis att minska. Varseblivningstiden kommer antagligen minska från cirka 100 sekunder på plan 2 och cirka 130 sekunder på plan 1 till cirka 30 sekunder för båda planen eftersom detta är tiden tills utrymningslarmet aktiveras. Med ringklockorna antas förberedelsetiden vara cirka 90 sekunder.



Figur 8.15. Brandgasspridningen efter 60 sekunder, då brandgaser börjar läcka in i stora salen.

I en simulering i @Risk, antogs de kortare varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstiderna vara likformigt fördelade mellan rimliga värden för vilka tiderna kan variera mellan. Fördelningarnas medelvärden är lika med de ovan uppskattade cirkatiderna. Resultatet visar att tidsmarginalen är positiv på plan 1 i sex av tio fall (61 %) och på plan 2 i fyra av tio fall (35 %),

då utrymningslarmet endast kopplats till musiken och ljuset men fortfarande består av ringklockor. Medelvärdet för tidsmarginalen för plan 1 och 2 är 8 och -12 sekunder. Resultat visas i figur 8.16.

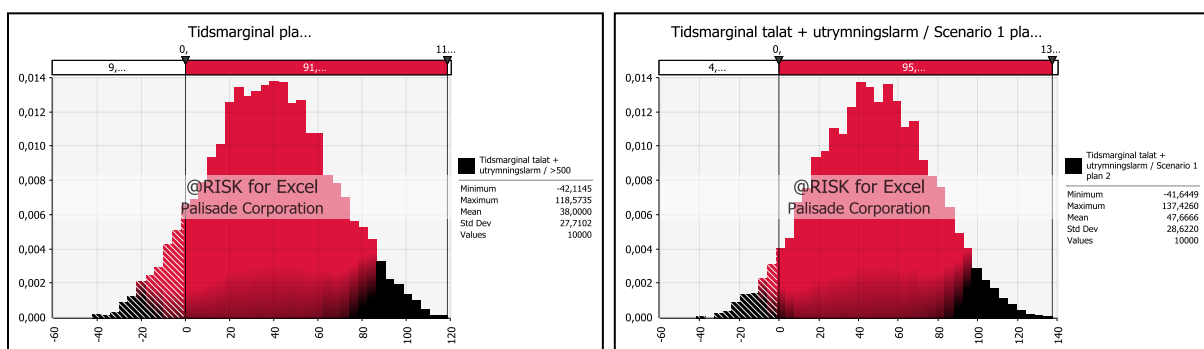


Figur 8.16. Tidsmarginal för utrymning, plan 1 och 2, då musiken automatiskt stängs av och ljuset tänds .

8.10.4 Talat meddelande

Genom att musiken automatiskt stängs av och ljuset tänds då larmet aktiveras och dessutom ett talat meddelande installeras istället för en ringklocka kan den totala utrymningstiden minska ytterligare. Enligt *Tid för utrymning vid brand* (Frantzich, 2001) kan förberedelse tiden minska med upp till 135 sekunder, från cirka 300 sekunder till cirka 165 sekunder då det antas att personen inte ser branden. Dessutom börjar det läcka in brandgaser i stora salen från källaren efter cirka 60 sekunder, se figur 8.15 vilket innebär att det kommer gå snabbare för personerna att bestämma sig för att utrymma. En rimlig förberedelse tid för gästerna på plan 1 och 2 kan vara cirka 30 sekunder efter det att brandgaser börjat läcka in då det installerats ett talat meddelande. Den totala förberedelse tiden efter utrymningslarmet, bestående av ett talat meddelande, aktiverats blir då cirka 60 sekunder.

Då utrymningslarmet kopplats till musiken och ljuset samt byts ut mot ett talat meddelande visar @Risk simuleringen att tidsmarginalen är positiv i nio av tio fall (91 %) för plan 1 och i nio fall av tio för plan 2 (94 %). Medelvärdet för tidsmarginalen för plan 1 och 2 är 38 respektive 48 sekunder. Resultatet visas i figur 8.17.



Figur 8.17. Tidsmarginal för utrymning, plan 1 och 2, Då musik stängs av automatiskt, ljuset tänds och utrymningslarmet byts ut mot ett talat meddelande.

8.10.5 Uppdatering av skyltning och dokumentation

För att underlätta utrymning ska lappar som säger "dörren är larmad" bytas ut mot lappar som säger "endast nödutgång" eftersom detta ökar dörrens attraktion som utrymningsväg. Dessutom ska utrymningsplanerna uppdateras så att de överensstämmer med den aktuella utformningen

och skyltningen av byggnaden eftersom så inte är fallet idag. Detta skulle innebära att utrymningssituationen förbättras.

8.10.6 Nödbelysning

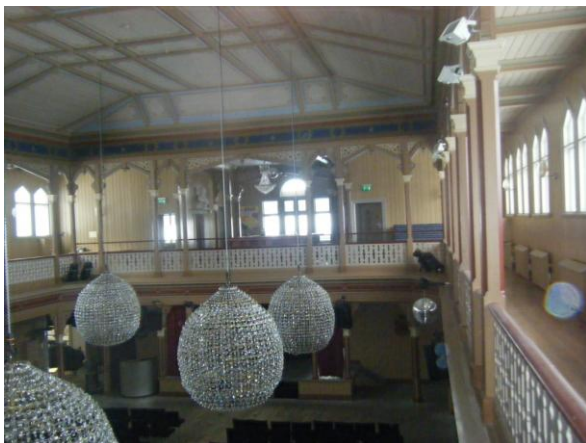
Att installera nödbelysning anses nödvändigt för att utrymning ska kunna ske. Detta eftersom brandgaserna kan täcka den vanliga belysningen eller att branden kan slå ut den vanliga belysningen. Att installera nödbelysning skulle öka gånghastigheten hos de som utrymmer och hjälpa till vid lokalisering av nödutgångarna.

8.10.7 Rökdetektorer

Om dagens värmedetektorer i källarförråden byts ut mot rökdetektorer kommer tiden till aktivering av utrymningslarmet ske tidigare. Enligt beräkningar i Detact QS i bilaga E kan aktiveringstiden av en rökdetektor vara så kort som 3 sekunder. Detta kommer förbättra utrymningssituationen, hur mycket kortare utrymningstiden blir är svårt att uppskatta. Det kan dock antas att i alla fall personalen kommer initiera utrymning tidigare. Dessutom ökar sannolikheten att någon kommer att börja släcka branden innan den vuxit sig för stor.

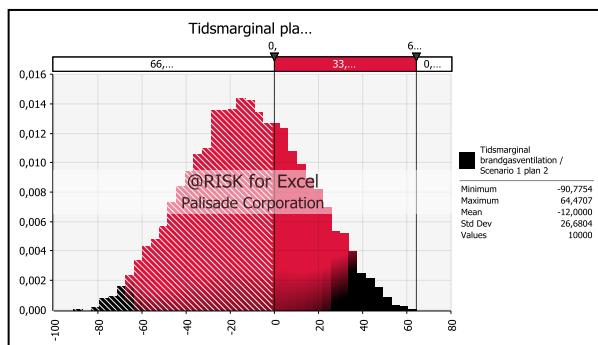
8.10.8 Brandgasventilation

Ett förslag för att ytterligare öka personsäkerheten är att installera brandgasventilation så att brandgaslagret kan stabiliseras på en viss höjd över golvet. Syftet med brandgasventilation är att underlätta utrymning eller räddningstjänstens insats samt att förhindra eller försvåra brandgasspridning (Brandteknik, 2005). Det föreslås att de övre fönstren i stora salen görs om så att de öppnas automatiskt då en detektor detekterar brand. En simulering i FDS visar att tiden tills kritiska förhållanden blir längre för framförallt plan 1 där det under simuleringen inte uppstår kritiska förhållanden, men även för plan 2 där tiden till kritiska förhållanden uppstår i de olika trapphusen varierar mellan 160 och 190 sekunder med brandgasventilation. I simuleringen antogs luckorna öppna 40 sekunder efter branden startar, vilket grundar sig på en beräkning i Detact QS för när värmedetektorn förmodligen kommer detektera branden. Beräkningen finns i bilaga E. Den sammanlagda arean över brandgasventilationen beräknades till cirka 30 m² vilket innebär alla fönster på långsidorna, se figur 8.18. Tiden till kritiska förhållanden har antagits vara likformigt fördelad mellan 160 och 190 sekunder. För utförligare resultat från FDS-simuleringen se bilaga C. Skulle detta förslag genomföras krävs en vidare utredning om hur det praktiskt skulle kunna genomföras samt hur det påverkar byggnadens utseende.



Figur 8.18. Fönster som kan användas som brandgasluckor.

En simulering i @Risk visar att tidsmarginalen för plan 2 blir positiv i fyra av tio fall (34 %) och i samtliga fall för plan 1 eftersom det inte uppstår kritiska förhållanden på detta plan under simuleringstiden. Medelvärdet för tidsmarginalen på plan 2 är -12 sekunder. Resultatet visas i figur 8.19.



Figur 8.19. Tidsmarginal för utrymning plan 2, då brandgasventilation installerats men inte utrymningslarmet åtgärdats.

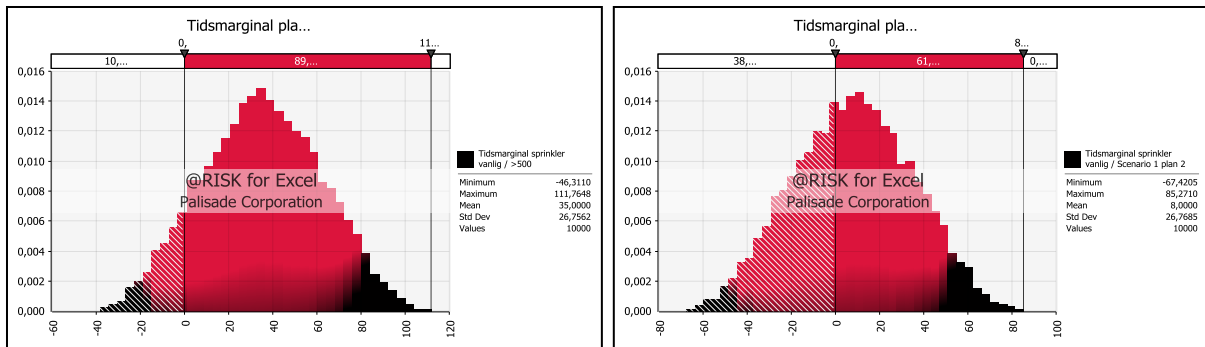
8.10.9 Sprinkler

Genom att installera sprinkler i källaren kan tiden tills kritiska förhållanden uppstår ökas kraftigt. För diskussion kring hur sprinkler påverkar byggnadens utseende, se diskussion kapitel 11. Det föreslås att det installeras ett sprinklersystem med sprinklerbulber som har en aktiveringstemperatur på 68 °C och ett RTI på antingen 150 (ms)^{0,5} eller 50 (ms)^{0,5} (en så kallad Fast Response Sprinkler). Tiden tills detektion av eventuella sprinkler i källarförrådet beräknades med hjälp av Detact QS och resultatet blev mellan cirka 100 och cirka 150 sekunder för sprinklern med RTI 150 (ms)^{0,5} och mellan cirka 60 till cirka 80 sekunder för Fast Response Sprinklern. Tiden till kritiska förhållanden antas vara likformigt fördelade mellan ett min- och maxvärde för vilka tiderna varierar mellan. I tabell 8.15 redovisas tiden till kritiska förhållanden för de olika sprinklerna, för plan 1 och 2 samt fördelningarnas max- och minvärde. Simuleringen pågick bara i 500 sekunder och därför går det inte att säga om kritiska förhållanden uppstår senare. För utförligare resultat se bilaga C.

Tabell 8.15. Kritiska förhållanden vid olika RTI-värden.

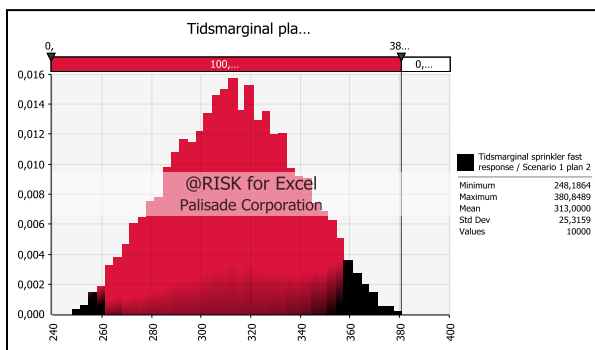
Plan	RTI (ms) ^{0,5}	Tid till kritiska förhållanden [s]	Min/Max [s]
1	50	500	>500
2	50	420	500
1	150	320	180/210
2	150	210	190/210

Om det installeras sprinkler med ett RTI på 150 (ms)^{0,5} visar en simulering i @Risk att tidsmarginalen för plan 2 blir positiv i nio av tio fall (90 %) och i sex av tio fall (62 %) för plan 1. Medelvärdet för tidsmarginalen på plan 1 och 2 blev 35 sekunder och 8 sekunder. Resultatet visas i figur 8.20.



Figur 8.20. Tidsmarginal för utrymning, plan 1 och 2, vid sprinkler med RTI 150.

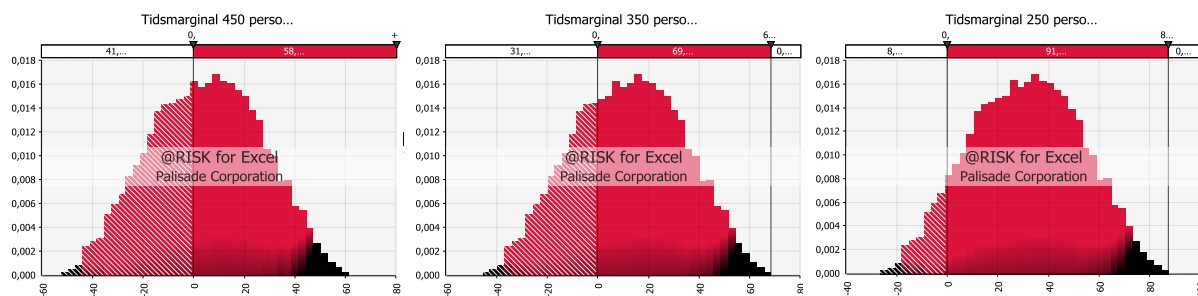
Om det istället installeras Fast Response Sprinkler visar en simulering i @Risk att tidsmarginalen för plan 1 och 2 blir positiv i samtliga fall. Detta på grund av att det uppstår kritiska förhållanden efter väldigt lång tid eller inte alls under simuleringen. Resultatet visas i figur 8.21.



Figur 8.21. Tidsmarginal för utrymning, plan 2, med Fast Response sprinkler.

8.10.10 Begränsning av tillåtet personantal i lokalen

Det maximala personantalet i lokalen är nu satt till 660 personer enligt brandskyddsdokumentationen. Simuleringen i Simulex, som gjordes med 650 personer visar att det när kritiska förhållanden uppstår på plan 1 är cirka 110 personer kvar i byggnaden. I avsnitt 8.7.5 visas att en minskning av personantalet till 450 personer innebär en förkortad förflyttningstid med cirka 35 sekunder. En simulering i @Risk visar att tidsmarginalen blir positiv i endast sex av tio fall (59 %) vilket inte är acceptabelt. En minskning av personantalet till 350 personer innebär att tidsmarginalen blir positiv i sju av tio fall (69 %) vilket inte heller anses vara acceptabelt. Ytterligare en minskning av personantalet till 250 personer innebär att tidsmarginalen är positiv i nio av tio fall (91 %) vilket kan anses vara acceptabelt. Resultatet visas i figur 8.22.



Figur 8.22. Tidsmarginal för utrymning av plan 1 för 450, 350 och 250 personer.

8.10.11 Installera dörrar till de förrådsutrymmen som idag saknar sådana

För att begränsa en eventuell spridning av en brand mellan förråden föreslås att dörrar installeras till de förrådsutrymmen som idag är utan.

8.10.12 Sammanfattning av validering av åtgärder

I tabell 8.16 sammanfattas resultatet från validering av åtgärder i form av medelvärdet av tidsmarginalen för de olika åtgärdsförslagen och sannolikheten, i form av andel fall då tidsmarginalen blir positiv. Som kan ses i tabellen ges det störst tidsmarginal om källaren förses med Fast Response sprinklers med RTI 50. Sträck i tabellen innebär att kritiska förhållanden ej uppnås under simuleringstiden.

Tabell 8.16. Sammanfattning av tidsmarginalerna för de olika åtgärderna samt dess sannolikhet att tidsmarginalen blir positiv.

Åtgärd	Plan	Tidsmarginal [s]	Sannolikhet [%]
Musik stängs av och ljuset tänds	1	8	61
	2	-12	32
Talat meddelande, musik stängs av och ljuset tänds	1	28	91
	2	48	95
Brandgasventilation	1	-	~100
	2	-12	34
Sprinkler RTI 50	1	-	~100
	2	-	~100
Sprinkler RTI 150	1	35	90
	2	8	62
Sänka personantalet till 250	1	31	91

Åtgärdsförslagen är baserade på att personantalet är det maximalt tillåtna 660 personer, det får under inga omständigheter tas in fler. Musiken skall stängas av och ljuset skall tändas automatiskt då utrymningslarmet aktiveras. För att ytterligare förbättra situationen bör brandgasventilation eller sprinkler installeras. Om inga av de andra åtgärderna införs är det maximala personantalet som får tas in 250 personer varav inga gäster får vistas på plan 2.

8.11 Diskussion

Det finns alltid osäkerheter och antaganden i ett brandscenario. De viktigaste som gäller för Brand i förråd redovisas nedan.

En osäkerhet är den effekt som utvecklas då det brinner i förrådet i källaren. Effekten som använts i FDS har baserats på försök som gjorts av National Research Council (Bwalya, 2007). I och med att materialet i förrådet till viss del skiljer sig från deras försöksuppställning är det svårt att veta om de ger samma effekt men antagandet kan anses rimligt då materialen inte skiljer sig allt för mycket. Den antagna effekten är hög och ger troligen ett av de värsta troliga brandscenarierna. Detta gör att antagandet är konservativt. Känslighetsanalysen gällande effektutvecklingen visade dock att om en lägre effektutveckling istället hade valts, hade detta inte gett så stor påverkan på resultatet.

I scenariot antogs två dörrar försedda med självstängande anordning vara helt öppna. Detta på grund av att de vid platsbesöket inte stängdes helt vid provning och dessutom inte är brandklassade. Eftersom osäkerheten är stor gällande om dörrarna stänger eller inte gjordes en känslighetsanalys gällande detta. I denna simulerades ett scenario då båda stängde men lämnade springor samt ett då bara en dörr stängde och lämnade en springa samtidigt som den andra stod helt öppen. Känslighetsanalysen visade att tiden till kritiska förhållanden inte påverkades nämnvärt av detta. Vid bedömning om utrymning kan ske eller inte utgår det från att kritiska förhållanden uppstår i utrymningsvägarna. Tiden till detta skiljer sig som sagt inte speciellt mycket i de olika scenariorna, men dock skiljer sig brandgasspridningen i övriga delar av byggnaden åt.

I FDS gick det endast att simulera dörrspringor på två decimeter på grund av gridnätets storlek. I verkligheten går dörren antagligen igen lite mer än så, men då finns det springor både under och ovanför dörren medan det i FDS endast simulerats med en horisontell springa. Den öppna ytan anses bli ungefär lika stor för simulering i FDS och därför anses dörrspringor på två decimeter rimligt.

I scenariot har det antagits att toxiciteten inte blir kritisk före sikten. Detta antagande bygger på att brandgaserna antas vara väl omblandade och att resultat från FDS visar att koldioxidkoncentrationen inte överstiger kritiska halter. Om detta antagande är felaktigt hade tiden till kritiska förhållanden varit något kortare. Detta hade resulterat i att tidsmarginalen för utrymning hade blivit mindre. Med antagandet att det är sikten som blir kritisk först blir tidsmarginalen negativ, vilket innebär att situationen är oacceptabel. Om detta antagande hade varit felaktigt och tiden till kritiska förhållanden egentligen är ännu mindre hade tidsmarginalen ändå varit negativ. Alltså blir situationen oacceptabel i båda fallen.

Viktigt att poängtera är att sotfraktionen på brandgaserna i FDS är satt till 0,02 vilket egentligen är ett värde för cellulosa (trä) och på grund av mängden plast i förrådet skulle detta värde kunnat höjas. Om detta värde höjts i simuleringarna hade tiden till kritiska förhållanden med största sannolikhet minskat. Detta hade dock bara resulterat i en än mer oacceptabel situation i Societetshuset.

Simuleringar i Detact QS påverkas av effektutvecklingen. Då en del osäkerheter finns kring denna påverkas även resultaten från programmet. När det gäller sprinkler och speciellt då Fast Response sprinkler är tidsmarginalen för utrymning så pass hög att detta förmodligen inte har så stor betydelse.

Många gånger kommer effekten att avta då sprinkler aktiveras. Antagandet har dock gjorts att effektutvecklingen förblir konstant. Detta kan anses konservativt.

Alla tider gällande utrymningsförloppet är grovt uppskattade utifrån rekommenderade tider i *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005) och *Tid för utrymning vid brand* (Frantzich, 2001). Även aktivering av detektorer i Detact QS samt simuleringar i Simulex och FDS har legat till grund för uppskattningarna. För att illustrera osäkerheterna användes programmet @Risk. Där antogs alla fördelningar vara likformiga eller triangulära. En annan fördelning hade gett ett annat utseende på resultatet, men då syftet med @Risk framförallt var att visa på osäkerheterna har detta antagande mindre betydelse. Medelvärde hade förmodligen inte varierat även om en annan fördelning valts.

Varseblivningstiden och förberedelsestiden är mycket beroende av huruvida personerna i lokalen ser eller inte ser branden eller brandgaserna. Att bestämma när detta sker är mycket svårt och utfallet beror helt på situationens läge och personernas (gäster och personal) aktion. För att bestämma varseblivningstiden användes den simulering i FDS som representerar grundscenariot. Om dörrarna är stängda borde förberedelsestiden bli något längre eftersom man inte ser brandgaserna. Den tid som använts vid simulering kan därför anses vara konservativ.

Brand- och utrymningsförloppet i detta scenario liknar en stor nattklubsbrand där man kunnat påvisa panik, nämligen branden på Station Nightclub, Rhode Island, USA⁵. För denna brand gick brandgasspridningen mycket snabbt och de personer som utrymde upplevde att deras möjligheter att ta sig ut snabbt minskade samtidigt som hotet från branden ökade vilket initierade paniken. Skulle panik utbryta i Societetshuset kan det påverka utrymningssituationen.

I kapitel 6 nämns flera likheter mellan bränder i publika lokaler som fått allvarliga konsekvenser. Brandförloppet det antagna scenariot har flera likheter med dessa. Branden antas bland annat starta i ett till den stora lokalen angränsande obemannat utrymme och brandgasspridningen in till stora salen skulle gå om de kritiska dörrarna öppnas. Larm om utrymning fungerar antagligen också otillfredsställande och en viktig utrymningssväg blockeras i ett tidigt skede.

Med tanke på byggnadens kulturminnesmärkning kan en del av åtgärdsförslagen vara svåra att genomföra. Framförallt kan det vara svårt att installera brandgasventilation och sprinkler men även branddörrar. I källaren är det förmodligen enklare att frångå reglerna angående kulturminnesmärkning då detta plan framförallt består av förråd, toaletter och garderob. Som det ser ut i dag ses inga spår av kulturminnesmärkningen i källaren. Det kan därför vara möjligt att installera sprinkler där. Om detta görs förbättras utrymningssituationen för Societetshuset avsevärt.

Vid installation av utrymningslarm är det viktigt att tänka på att det kopplas till en alternativ strömförsörjning utifall en brand slår ut den ordinarie strömen.

⁵ Biträdande universitetslektor Daniel Nilsson, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, föreläsning 2010-02-05

9 Brandscenario 2 - Brand i kök

Detta kapitel behandlar brandscenario 2- Brand i kök.

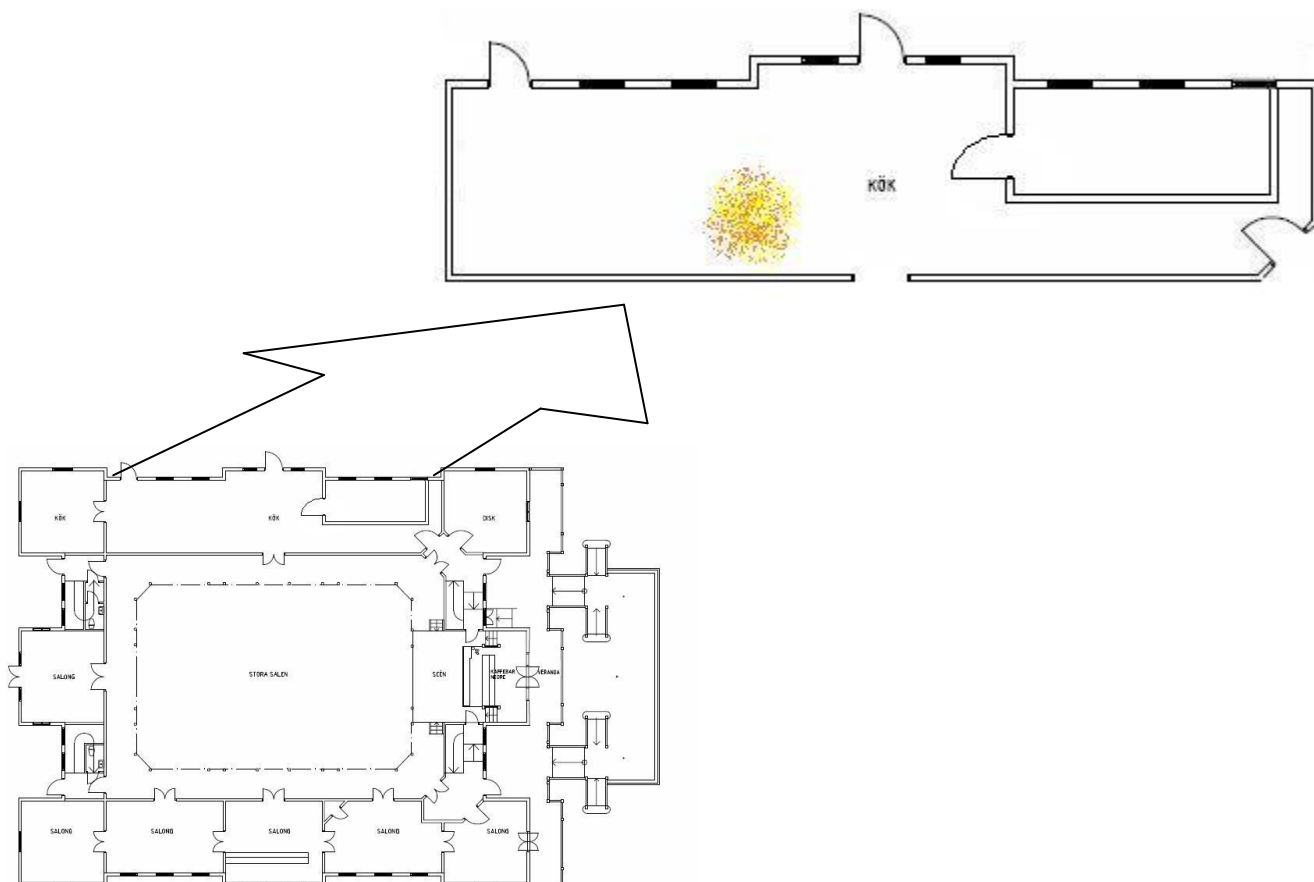
9.1 Beskrivning

Sommartid bedriver Societetshuset restaurangverksamhet varje dag. De största arrangemangen med sittande gäster som anordnas är studentbalerna i början av sommaren. Då sitter det gäster både på plan 1 och plan 2, totalt cirka 450 stycken. Det kan vara mycket trångt mellan borden, vilket kan ses i figur 9.1. Eftersom evenemangen sker i början av säsongen kan det tänkas att en del personal är ny och oerfaren.

Då restaurangverksamhet bedrivs är både gasspis och fritös igång i köket. Fritösen håller en hög temperatur och gasspisen har en öppen låga vilket gör att ett lättantändligt material, som till exempel en servett eller en handduk, kan börja brinna om det kommer i närheten. Figur 9.2 visar en förstorstad bild över köket med den antagna startplatsen för branden markerad. Då det ofta råder ett högt arbetstempo i ett restaurangkök kan det anses troligt att personalen inte hela tiden har full koll på allt som händer och därför kan missa att olämpligt, lättantändligt material hamnar i närheten av fritösen eller gasspisen.



Figur 9.1. Uppdukat i stora salen vid studentbal.

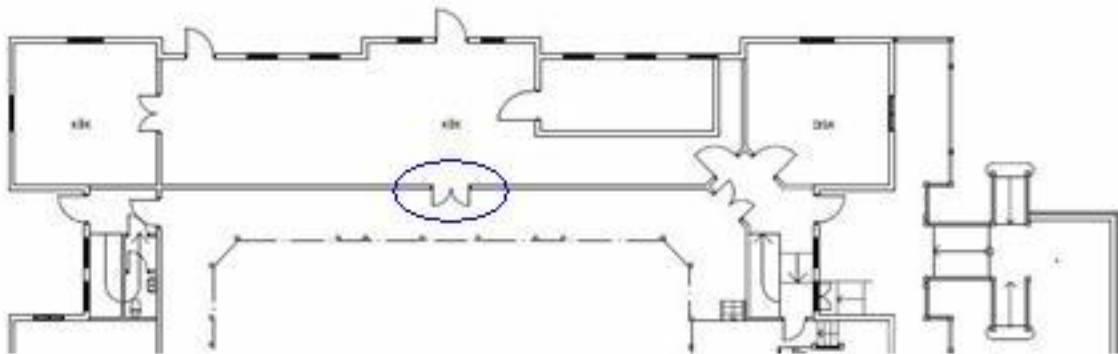


Figur 9.2. Plan 1 med uppförstorat kök med brand markerad.

9.2 Brandförlopp

Branden kan antas starta om ett lättantändligt föremål, till exempel en servett eller handduk, råkar hamna för nära fritösen eller gasspisens öppna låga. Statistiken visar att den vanligaste startmiljön för brand i allmän byggnad är i köket (MSB, 2008).

Eftersom det förvaras stora mängder brännbart material i ett kök med full verksamhet skulle en brand som uppstår här kunna spridas mycket snabbt. Om en brand uppstår i köket och växer till sig är det stor sannolikhet att mycket brandgaser sprids ut i stora salen eftersom dörren mellan köket och lokalen inte alltid stänger som den ska. Den kritiska dörren finns inringad i figur 9.3. Vid simulering i FDS antogs att dörren står öppen.



Figur 9.3. Köket med kritisk dörr inringad.

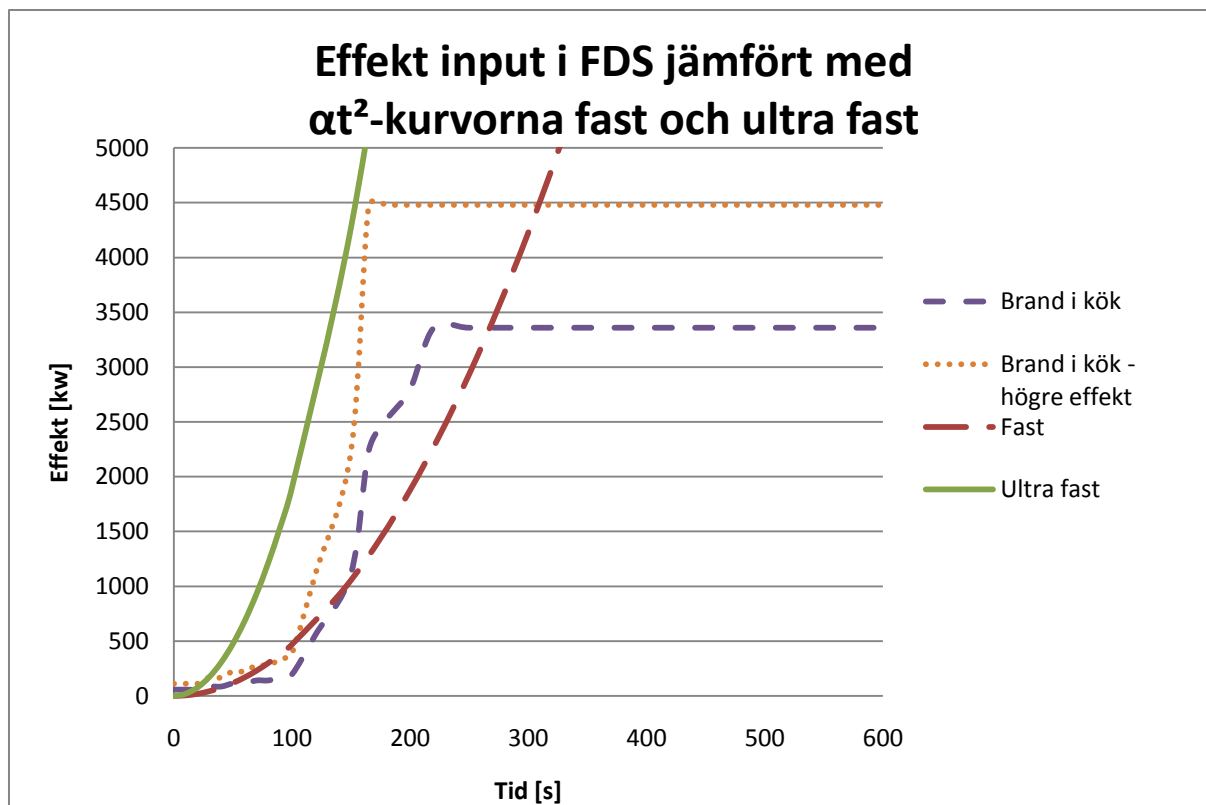
9.3 Effektutveckling

För att bestämma effektutvecklingen i detta scenario har jämförelser gjorts med ett försök av National Research Council (Bwalya, 2007) där material motsvarande det som finns i ett "fast food kitchen restaurant" har eldats. Det antas dock finnas mer saker i köket på Societetshuset och därför har effektutvecklingen antagits bli något högre. För bild på vad som eldats i testköket se figur 9.4. Då effektutvecklingen har stor betydelse för resultatet och är mycket osäker, har även en högre effektutveckling använts vid simulering.

Effektutvecklingskurvan för brandscenario 2 togs fram genom att öka den maximalt uppmätta effektutvecklingen från försöket av National Research Council något. Vidare diskussion rörande detta resonemang finns i diskussionen, avsnitt 9.10. I figur 9.5 visas de effektutvecklingskurvor som användes i simuleringarna samt α^2 -kurvor med tillväxthastigheterna fast samt ultrafast. För mer information om α^2 -kurvor se bilaga M.



Figur 9.4. Försökupställning gjord av National Research Council. Materialet som eldats antas motsvara det som kan finnas i ett snabbmatskök.



Figur 9.5. Effekttutveckling i FDS jämfört med αt^2 -kurvorna fast och ultrafast.

9.4 Tid till kritiska förhållanden

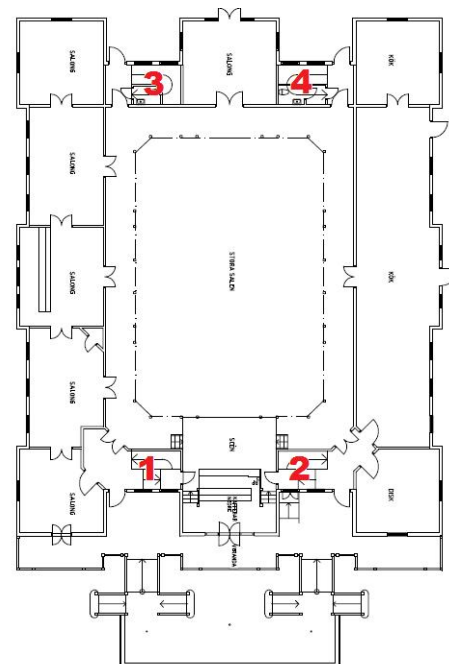
Kritiska förhållanden definieras enligt avsnitt 4.1. Brandförloppet simulerades i FDS med två olika maxeffekter. Den förenklade geometrin som byggdes upp i FDS samt en tabell med resultaten finns i bilaga D. Nedan följer en redogörelse för resultaten som erhöles från FDS simuleringarna.

9.4.1 Brandgaslager

Tiden till brandgaslagret när en kritisk höjd är mycket svår att bestämma eftersom brandgaslagrets höjd varierar i lokalen. Även om den kritiska nivån för brandgaslagrets höjd skulle ha uppnåtts, kan utrymning möjligen fortgå under förutsättning att kriterierna för sikt, toxicitet och temperatur inte uppnåtts. Detta gör att tiden till kritiska förhållanden istället bestäms med hjälp av de övriga parametrarna. De kritiska förhållandena varierar mellan de olika trapphusen och för att få en bättre översikt över de olika nivåerna är trapphusen numrerade från ett till fyra. Figur 9.6 visar en bild på de numrerade trapphusen.

9.4.2 Sikt

Tiden tills sikten understiger 10 meter med de olika effekttutvecklingarna, låg respektive hög, redovisas i tabell 9.1 och 9.2. Simuleringen avslutades efter 523 sekunder respektive 381 sekunder och därför går det endast att säga att tiden till sikten understiger 10 meter är mer än denna tid för en del trapphus.



Figur 9.6. Numrerade trapphus/utrymningsvägar.

Tabell 9.1. Låg effektutveckling, 3,3 MW.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [meter]	Tid [s]
1	1 och 3	10	>523
1	2 och 4	10	>523
2	1 och 3	10	>523
2	2 och 4	10	310

Tabell 9.2. Hög effektutveckling, 4,5 MW.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [meter]	Tid [s]
1	1 och 3	10	>381
1	2 och 4	10	>381
2	1 och 3	10	360
2	2 och 4	10	210

9.4.3 Temperatur

Tiden tills temperaturen överstiger 80 °C för de olika effektutvecklingarna, låg respektive hög, redovisas i tabell 9.3 och 9.4.

Tabell 9.3. Låg effektutveckling, 3,3 MW.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [°C]	Tid [s]
1	1 och 3	80	>523
1	2 och 4	80	>523
2	1 och 3	80	>523
2	2 och 4	80	>523

Tabell 9.4. Hög effektutveckling, 4,5 MW.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [°C]	Tid [s]
1	1 och 3	80	>381
1	2 och 4	80	>381
2	1 och 3	80	>381
2	2 och 4	80	>381

9.4.4 Strålning

I detta scenario brinner det i köket där det antas befinna sig personal. Strålningen från flammorna kan därför vara av visst intresse. Enligt handberäkningar i Bilaga G blir strålningen mot en person på två meters avstånd från flammen 1 kW/m² efter 60 sekunder, vilket är mycket under vad som ger skada på människor. Personen antas stå 2 meter från flammen eftersom det är ett rimligt avstånd från vilket en person kan tänkas släcka en brand med en handbrandsläckare.

För de personer som befinner sig i stora salen blir strålningen från brandgaslagret 0,44 kW/m² med båda effektutvecklingarna efter 600 sekunder. Det nås alltså aldrig kritiska nivåer när det gäller strålning i stora salen.

9.4.5 Toxicitet

De brandgaser som tar sig in till stora salen från köket antas vara väl omblandade på grund av balkongspillplymen som bildas. Enligt FDS simuleringarna kommer inga skadliga halter av koldioxid (eller kolmonoxid) inträffa i större delen av stora salen, varken på plan 1 eller 2. På grund av detta kommer kritiska förhållanden med avseende på sikt uppnås före det uppnås kritiska förhållanden med avseende på toxicitet.

9.4.6 Sammanfattning av kritiska förhållanden

I detta scenario uppnås inga kritiska förhållanden med den lägre effektutvecklingen så länge simuleringen pågick. Med den högre effektutvecklingen blir dock sikten kritisk på plan 2 efter 210 sekunder.

9.5 Tid till utrymning

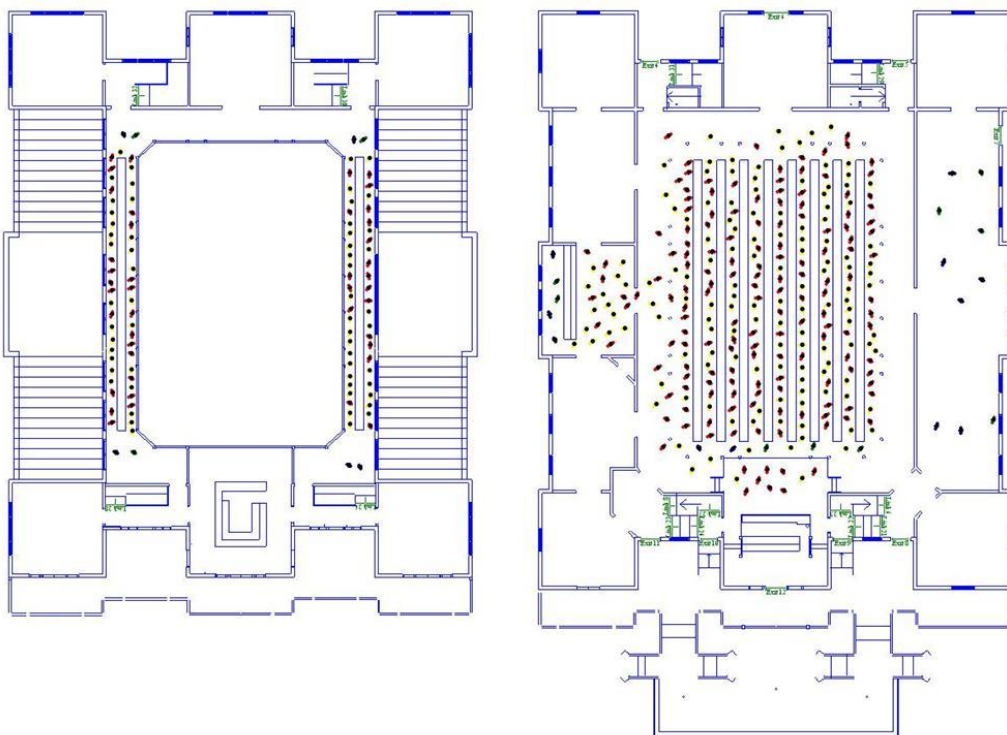
Den tid det tar innan det uppstår kritiska förhållanden jämförs med den tid det tar för personer att utrymma. Den senare tiden utgörs av varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid. Det antas att räddningstjänsten inte hinner anlända innan utrymning slutförts på grund av Societetshusets otillgängliga läge.

9.5.1 Varseblivnings- och förberedelsetid

Vid en brand i köket antas att personalen försöker, men misslyckas med att släcka branden. Det är inte fastställt vilken utbildningen personalen som jobbar i köket har när det gäller brand men det är rimligt att de inte lyckas med att släcka en brand i en fritös eller gasolspis eftersom en stor del av personalen kan antas vara nyanställda. Efter cirka 60 sekunder antas det att de trycker på larmknappen i köket eftersom brandgaslagret då nått så långt ner att de inte längre kan vistas i rummet och utrymningslarmet aktiveras. Eftersom det antas att det inte spelas hög musik under denna typ av verksamhet (studentbaler) kommer gästerna omedelbart att höra larmet. Simulering i programmet Detact QS visar att det tar 156 sekunder innan värmedetektorn i köket reagerar, se bilaga E, och alltså hinner personalen upptäcka branden, försöka släcka den och trycka på larmknappen, innan detektorn upptäcker branden. Varseblivningstiden för samtliga personer i källaren och på plan 1 och 2 sätts till 60 sekunder. Rekommenderade förberedelsetider enligt *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005) för denna situation är runt 3 till 5 minuter då de personer som avses ej ser branden eller brandgaserna. Efter cirka 90 sekunder visar FDS att det börjar strömma ut brandgaser från köket till stora salen och därför antas det att det går snabbare för gästerna att bestämma sig för att utrymma, eftersom de ser att det verkligen brinner. Enligt *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005) är förberedelsetiden för personer som ser eld eller brandgaser runt 60 sekunder. De gäster som sitter närmast köket ser brandgaserna först och därmed utrymmer dessa tidigare än de som sitter längre bort från köket. Förberedelsetiden för personerna närmast köket sätts till cirka 60 sekunder och för de som sitter lite längre bort på plan 1 och de som sitter på plan 2 till cirka 90 sekunder.

9.5.2 Förflyttning

Vid simuleringen antas det att 450 personer befinner sig i byggnaden. För att bestämma tiden det tar för alla personer att utrymma Societetshuset användes datorprogrammet Simulex. För utförligare beskrivning av programmet se bilaga A. I simuleringarna har hänsyn tagits till att gästerna intagit en del alkohol och att det är trångt, på grund av stolar, genom att gånghastigheten reducerats. Det har dessutom antagits att utrymning ej är möjlig genom köket eftersom det är där det antas brinna. Personalen som befinner sig i köket från början antas dock använda utrymningsvägen där. Startuppställningen i Simulex ses i figur 9.7.



Figur 9.7. Startupställning i Simulex.

Resultatet från Simulex visar att det tar 49 sekunder att utrymma plan 2 och 73 sekunder att utrymma alla 450 personer från plan 1.

9.5.3 Simulering i @RISK av den totala utrymningstiden

För att ta hänsyn till de stora osäkerheterna i uppskattningarna av varseblivnings-, förberedelse- och förflyttningstid antogs dessa vara likformigt fördelade mellan rimliga min-/maxvärden. Fördelningarnas medelvärden antogs vara de, i tidigare avsnitt, uppskattade tiderna. I tabell 9.5 och tabell 9.6 redovisas fördelningarnas medelvärden och min-/maxvärde för respektive plan och tid.

Tabell 9.5. Medelvärde och min-/maxvärde för utrymningstiderna på plan 1

Plan 1	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	60	40/80
Förberedelsetid	75	55/95
Förflyttningstid	73	53/93

Tabell 9.6. Medelvärde och min-/maxvärde för utrymningstiderna på plan 2

Plan 2	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	60	40/80
Förberedelsetid	90	60/120
Förflyttningstid	49	29/69

9.6 Verifiering

För att verifiera resultaten från FDS används datorprogrammen CFAST och FDS samt handberäkningar. CFAST och handberäkningarna utgår från en tvåzonsmodell och ger därför inget bra resultat efter det att brandgaserna spridits ut ur köket genom dörren. På grund av detta valideras endast början av brandförloppet med hjälp av dessa tvåzonsmodeller.

9.6.1 Handberäkningar

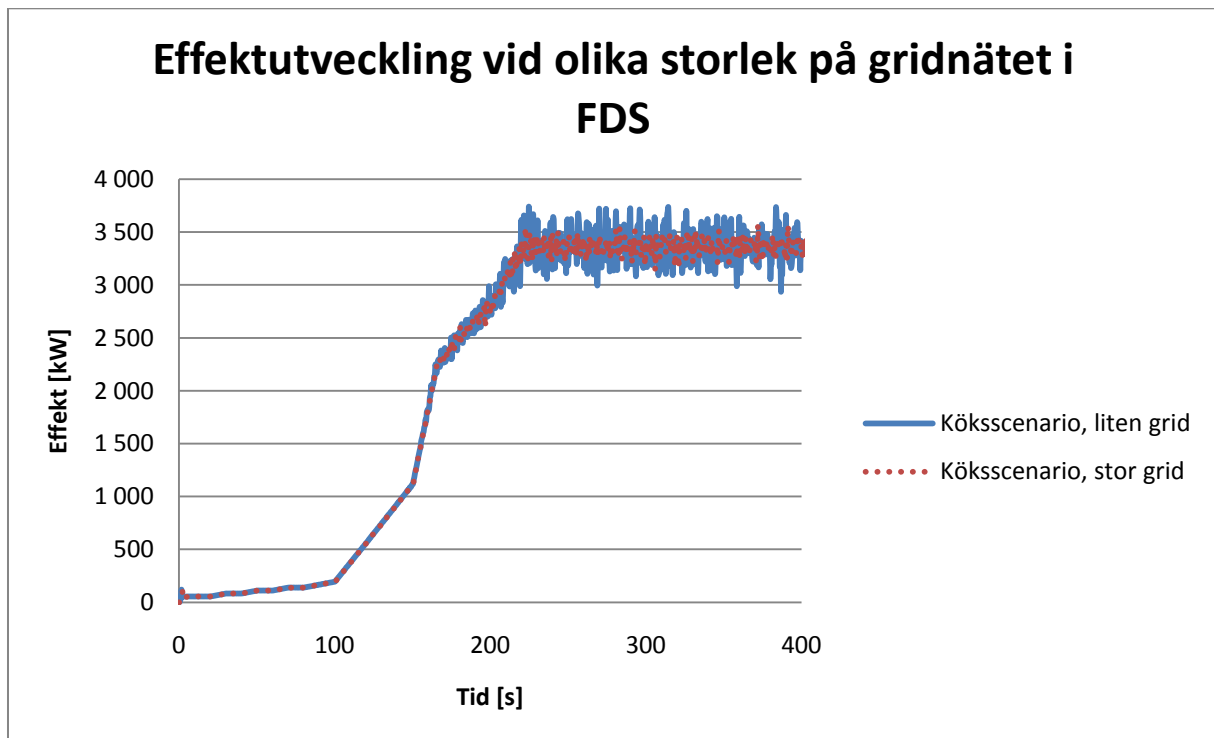
Enligt handberäkningar med Heskestads korrelation för brandgasfyllnad tar det cirka 90 sekunder tills brandgaslagret når två meters höjd och alltså börjar läcka ut i stora salen. Detta stämmer överrens med FDS 90 sekunder. För utförligare beräkningar se bilaga G.

9.6.2 CFAST

CFAST visar att det tar cirka 105 sekunder tills brandgaslagret når två meters höjd, den höjd där dörröppningen börjar. Det stämmer relativt väl överrens med 90 sekunder, som det tar enligt FDS. För utförligare beskrivning av CFAST samt resultat, se bilaga A och F.

9.6.3 FDS

För att verifiera resultatet i FDS gjordes en simulering med många fler och mindre celler än i grundscenariot, 6 978 750 celler istället för celler 1 965 000. I grundscenariot var storleken på samtliga celler 8 dm^3 ($2*2*2 \text{ dm}$) medan storleken i verifieringen varierade mellan 1 dm^3 ($1*1*1 \text{ dm}$), närmast branden och i vissa spridningszoner, och 8 dm^3 i områden längre från branden. I figur 9.8 visas effekten som användes i programmet. De båda simuleringarna ger väldigt lika grafer över effekten vilket visar på att de är celloberoende. Detta betyder att simuleringar av åtgärdsförslag och olika händelseförlopp går att göra med det färre antalet celler utan att resultatet påverkas.



Figur 9.8. Effektutveckling vid olika storlek på gridnätet enligt FDS.

9.7 Känslighetsanalys

För att ta reda på hur känsligt resultatet är för förändringar i indata och förutsättningar görs en känslighetsanalys. Simuleringar har gjorts för två storlekar på effekten och olika förutsättningar för utrymning i Simulex.

9.7.1 Effekt

Då den lägre effektutvecklingen inte gav några kritiska förhållanden simulerades ett scenario med högre effektutveckling. Då uppnåddes kritiska förhållanden. Resultat i form av tid till kritiska förhållanden med avseende på sikten redovisas i tabell 9.7 och 9.8, låg respektive hög effekt, trapphusen och utrymningsvägarna är numrerande enligt figur 9.6.

Tabell 9.7. Tid till kritisk sikt vid låg (3,3 MW) effekt.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	>523
2	2	10	310
2	3	10	>523
2	4	10	310
1	1	10	>523
1	2	10	>523
1	3	10	>523
1	4	10	>523

Tabell 9.8. Tid till kritisk sikt vid hög (4,5 MW) effekt.

Plan	Trapphus/ Utrymningsväg	Kriterium [m]	Tid [s]
2	1	10	360
2	2	10	210
2	3	10	360
2	4	10	210
1	1	10	>381
1	2	10	>381
1	3	10	>381
1	4	10	>381

9.7.2 Gånghastighet

I och med att det är trångt mellan borden antas det vara svårt att röra sig mot nödutgångarna och ett försök gjordes i Simulex där gånghastigheten reducerades med cirka 65 % jämfört med det tidigare försöket. Det visade sig att detta inte påverkar utrymningstiden eftersom det ändå blir köbildning vid själva dörren.

9.8 Värdering

Tiden tills kritiska förhållanden uppstår jämförs i detta avsnitt med den totala utrymningstiden. Simuleringen i FDS med den högre effekten visade att det inte uppstår kritiska förhållanden på plan 1 under den tid som simuleringen pågick, 380 sekunder. Tiden tills kritiska förhållanden uppstår antas vara likformigt fördelad mellan 340 och 380 sekunder på plan 2, detta enligt tabell 9.9.

Tabell 9.9. Medelvärde och max/minvärde för tid till kritiska förhållanden.

	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Plan 1	>380	-
Plan 2	360	340/380

Tiden tills utrymning bestämdes i avsnitt 9.5 och redovisas i tabell 9.10 och 9.11.

Tabell 9.10. Medelvärde och min-/maxvärde för utrymningstiderna på plan 1

Plan 1	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	60	40/80
Förberedelsetid	75	55/95
Förflyttningstid	73	53/93

Tabell 9.11. Medelvärde och min-/maxvärde för utrymningstiderna på plan 2

Plan 2	Medelvärde [s]	Min/Max [s]
Varseblivningstid	60	40/80
Förberedelsetid	90	60/120
Förflyttningstid	49	29/69

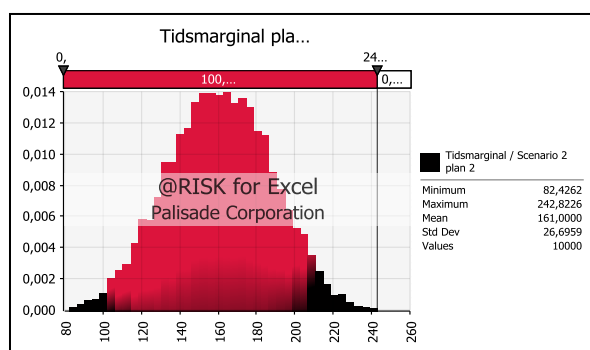
För att beräkna om tidsmarginalen, det vill säga tiden till kritiska förhållanden uppstår minus den totala utrymningstiden, är tillräcklig simulerades scenariot i @Risk där det tas hänsyn till de stora osäkerheterna genom Monte Carlo simulering. Vid simulering gjordes 10 000 iterationer, det vill säga beräkningen gjordes om 10 000 gånger.

9.8.1 Plan 1

Det uppstår inte kritiska förhållanden under den tid som simuleringen pågick och alla personer beräknas hinna utrymma.

9.8.2 Plan 2

Simuleringen för plan 2 visade att i de allra flesta fall kommer tidsmarginalen vara positiv. Detta innebär att alla personer på plan 2 kommer att hinna utrymma planet innan kritiska förhållanden uppstår i samtliga trapphus som leder till plan 1. Medelvärdet för tidsmarginalen blev 160 sekunder. Resultatet för plan 2 redovisas i figur 9.9.



Figur 9.9 Tidsmarginal för utrymning, plan 2.

9.8.3 Slutsats @Risk

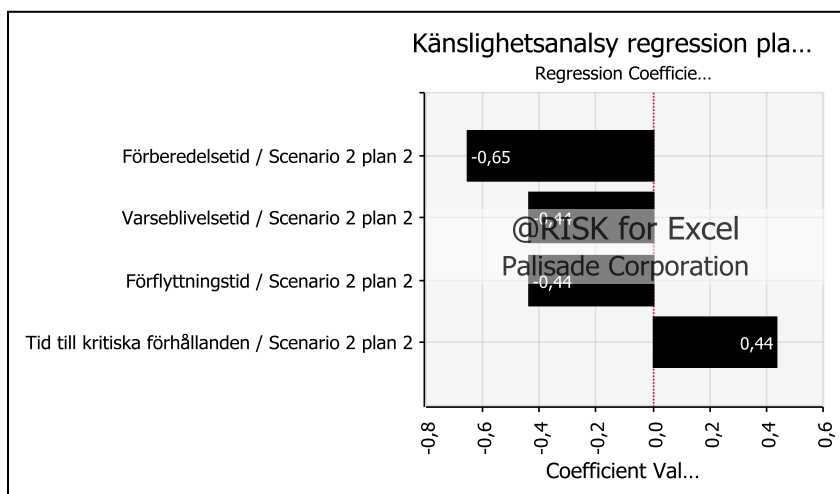
I de flesta fall kommer samtliga personer hinna utrymma byggnaden innan kritiska förhållanden uppstår. Utrymningsituationen i Societetshuset anses vara acceptabel med avseende på detta scenario.

9.8.4 Känslighetsanalys @Risk

Vid simulering av tidsmarginalen i @Risk gjordes samtidigt en känslighetsanalys för att ta reda på vilken av indataparametrarna som hade störst betydelse för resultatet med avseende på regressionskoefficienter. En negativ regressionskoefficient innebär att om parametrarnas värde ökar medan övriga parametrar behåller sitt ursprungliga värde kommer slutresultatets värde minska och tvärt om när det gäller en positiv koefficient. För denna situation innebär det att om tiden till kritiska förhållanden ökar kommer tidsmarginalen öka. Regressionskoefficienterna beskriver också vilka parametrar som bidrar mest till resultatets osäkerhet.

Regressionsanalysen visade att osäkerheterna kring förberedelsetiden har störst betydelse för tidsmarginalen. Det vill säga för att minska osäkerheterna kring tidsmarginalen ger det bäst

resultat att försöka minska osäkerheten kring förberedelsetiden. Resultatet av känslighetsanalysen kan ses i figur 9.10.



Figur 9.10. Känslighetsanalys plan 2.

9.9 Åtgärdsförslag

För att upprätthålla och förbättra personsäkerhet i Societetshuset vid händelse av brand föreslås en del åtgärder. Även om det tyder på att alla hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår i detta scenario kan det vara lämpligt att vidta några åtgärder.

9.9.1 Åtgärder som bör genomföras

- Utforma köket som en egen brandcell alternativt installera punktsprinkler över spis och fritös.
- Utforma salongerna längs nordöstra sidan på plan 1 som en egen brandcell.
- Regelbunden utbildning av personalen om brandrisker och utrymning.
- Ha god ordning och reda i köket, speciellt i närheten av fritös och gasspis.
- Konferencier bör vid ett events start informera om utrymningsvägar.

9.9.2 Validering av åtgärder

Om personalen får regelbunden utbildning om brandrisker och utrymning samt håller god ordning och reda i köket, minskar risken för att en brand ska uppstå och spridas. Det anses vara lämpligt att köket utformas som en egen brandcell för att förhindra brandgasspridning till stora salen. En mer utförlig beskrivning hur utformningen av brandcellen bör göras finns i avsnitt xx. Ett alternativ är att installera punktsprinkler över spis och fritös för att hindra en eventuell brand att tillväxa. I och med att köksscenarioet brandförlopp likställts med ett i salongerna bör även dessa göras till en egen brandcell. För att underlätta utrymning ska utrymningsplanerna uppdateras, nödbelysning ska installeras samt lapparna som säger "dörren är larmad" ska bytas till "endast nödutgång".

9.10 Diskussion

Att uppskatta en effektutveckling för detta scenario var mycket svårt eftersom det inte var verksamhet i köket då platsbesöket gjordes. En uppskattning har ändå gjorts med hjälp av försök gjorda av National Research Council (Bwalya, 2007). Det antogs att materialet i försöksuppställning liknar det som finns i köket på Societetshuset då verksamheten är igång.

Eftersom osäkerheten är stor användes två olika effektutvecklingar i scenariot. Dessa två antas täcka in en eventuell brand i köket.

Ett antagande som gjorts gällande dörrarna är att dörren mellan köket och stora salen står helt öppen. Detta på grund av att den inte stängde ordentligt vid provning under platsbesöket. Scenariot då dörren står helt öppen är det värsta tänkbara och antagandet är alltså konservativt. Kritiska förhållanden uppstår endast efter en relativt lång tid (i förhållande till utrymningstiden) på plan 2 vid den högre effektutvecklingen då dörren står helt öppen. Detta gör att lindrigare scenarier, till exempel då dörren stänger delvis, ej behöver utredas vidare.

Att uppskatta gånghastigheterna är svårt och i detta scenario antas det vara mycket trångt mellan borden vilket innebär ytterligare osäkerheter gällande hur mycket gånghastigheterna påverkas av trängseln. Känslighetsanalysen visade dock att en lägre gånghastighet inte påverkar den totala utrymningstiden nämnvärt eftersom det ändå blir köbildning vid utrymningsdörrarna.

Alla tider gällande utrymningsförloppet är grovt uppskattade utifrån rekommenderade tider i *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005) och *Tid för utrymning vid brand* (Frantzich, 2001). Även aktivering av detektorer i Detact QS samt simuleringar i Simulex och FDS har legat till grund för uppskattningarna. För att illustrera osäkerheterna användes programmet @Risk. Där antogs alla fördelningar vara likformiga. En annan fördelning hade gett ett annat utseende på fördelningen av resultatet, men då syftet med @Risk framförallt var att visa på osäkerheterna har detta antagandet mindre betydelse. Medelvärde hade förmodligen inte förändrats även om en annan fördelning valts.

10 Kvalitativ riskbedömning angående Societetshusets gasolhantering

Detta avsnitt behandlar en kvalitativ riskbedömning angående Societetshusets gasolhantering.

10.1 Beskrivning

På grund av att gasolhanteringen på Societetshuset anses vara en riskkälla har en kvalitativ bedömning av hanteringen utförts.

Societetshuset på Marstrand har för närvarande tillstånd att förvara 450 kilogram gasol vilket används till en gasspis i köket samt en gasolgrill och terrassvärmare på verandan.

Societetshusets gasolflaskor förvaras utomhus i en separat byggnad av betong. Gasolen leds in till köket via en ledning som är kopplad till gasolspisen. Huvudavstängningen sitter under spisen. På verandan finns en gasolgrill och fem terrassvärmare som är anslutna till P11-behållare. P11 motsvarar behållare om 26 liter med innehåll av 11 kilogram gasol. Dessa behållare förväntas tåla ett mycket högt tryck och kan antas motstå brand i upp mot 10 minuter⁶.

10.1.1 Gasolens egenskaper

Gasol består av en blandning av kolvätena propan och butan. I engelskspråkiga länder används vanligen begreppet LPG (Liquefied Petroleum Gas). Gasol förvaras oftast som en tryckkondenserad gas. Gasol är i sitt normaltillstånd luktfri men för att man ska märka om den läcker ut, tillsätter man ett luktämne som ger den karaktäristiska gasollukten. Gasol har ett mycket högt energiinnehåll och temperaturen vid förbränning kan bli så hög som 1900 °C. Gasol är också cirka 1,5 gånger tyngre än luft vilket medför att gasol som läcker ut ligger kvar längs marken eller golvet under en viss tid. Av varje kilogram gasol (i vätskeform) bildas cirka 500 liter gas vid läckage (MSB).

10.1.2 Risker med gasol

Gasol är inte giftigt, däremot är det mycket brandfarligt. Den vanligaste orsaken till olyckor med gasol är att läckage uppstår i gasolapparaten eller i slangledningarna mellan behållaren och apparaten. Om en behållare med gasol utsätts för yttre eld kan trycket i behållaren öka eftersom gasolen börjar koka och gasen expanderar. Om inte behållaren kan motstå det ökande trycket eller om gasolen upphettas så snabbt att säkerhetsventilen inte förmår avlasta trycket, kan den sprängas med följd att innehållet frigörs och fördelas i den omgivande luften, en så kallad BLEVE. Vid antändning av det bildade aerosol-molnet uppstår en detonation som kan få förödande konsekvenser⁷. Incidenter har även inträffat på grund av att gasolapparaten har stått för nära lättantändliga material som antänts (MSB).

10.1.3 Lagstiftning

Gasolanläggningar för restauranger omfattas av stränga regler, *Lagen (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor*. Skälet till att reglerna för restauranger är så stränga är att gästerna inte kan förväntas ha kunskap om de faror som en gasolanläggning medför eller att det överhuvudtaget finns gasol där. Enligt *Lagen (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor*, 4 § finns också bestämmelser som har betydelse för hantering av brandfarliga och explosiva varor i:

^{6,7} Universitetsadjunkt Berit Andersson, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, samtal 2010-02-15

- Miljöbalken, i form av bestämmelser avsedda för att förebygga andra skador än sådana som kan uppkomma genom brand eller explosion vid hantering av dessa varor.
- Arbetsmiljölagen (1977:1160), i form av bestämmelser om skyldighet för arbetsgivare och arbetstagarare att vidta skyddsåtgärder mot skador som kan uppkomma genom brand eller explosion vid hantering av dessa varor.
- Lagen om skydd mot olyckor (2003:778), i form av bestämmelser om skyldighet för enskilda att vidta åtgärder för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand.
- Produktsäkerhetslagen (2004:451), i form av bestämmelser om sådana varor som är avsedda för konsumenter eller kan antas komma att användas av konsumenter.

10.2 Riskidentifiering

I köket hanteras en stor mängd gasol genom gasolspisen. Om gasolen inte hanteras på ett korrekt sätt eller underhållet för ledningen från förvaringen till spisen ej sköts kan det uppstå gasolläckage som vid antändning kan få stora konsekvenser. Gasolläckage i köket är också möjligt om gasolledningen mellan förvaringen och spisen går sönder på grund av att någon kör in i den med exempelvis en vagn.

På verandan finns det fem stycken terrassvärmare som innehåller gasol. En stor risk med terrassvärmare är att om brännardelen befinner sig för nära brännbart material som exempelvis markiserna som hänger över verandan på plan 1 kan dessa börja brinna. En brand som tar sig i en markis kan snabbt tänkas tillväxa och sprida sig till andra markiser, möbler på verandan, husets fasad och verandaräcken.

Ytterligare en risk med terrassvärmarna är att de kan välta om de ej är fast förankrade i verandan. Detta skulle kunna hända om det är mycket folk som vistas ute på verandan och trängseln är så pass stor att någon av misstag råkar välta en. Om detta inträffar kan flytande gasol rinna till brännaren vilket medför att lågan i brännaren ökar kraftigt. En brand kan då uppstå i närliggande brännbart material, till exempel möbler eller verandans trägolv.

Om en brand inträffar på verandan kan en sprängning av gasolbehållarna, en BLEVE, ske om de inte förs i säkerhet.

10.3 Sannolikhetsbedömning

Sannolikheten för att det ska inträffa ett gasolläckage i köket på grund av att någon kör in i gasolledningen med en vagn bedöms som låg då det förmodligen krävs mycket kraft för att den ska gå sönder. Däremot bedöms sannolikheten för att det ska börja brinna i köket på grund av gasolspisens öppna låga som hög.

Sannolikheten för att en brand ska inträffa på grund av terrassvärmarna bedöms vara hög. Detta eftersom det ofta är väldigt trångt på verandan, både gällande möbler och personer.

Sannolikheten för personskador av den mer lindriga karaktären bedöms vara mycket hög. Dock bedöms sannolikheten för att brandgaser från en eventuell brand ska kunna spridas in till lokalen och ge allvarliga skador eller död som låg då det krävs att det blåser kraftigt från nordväst, att dörrarna står öppna samt att ingen lyckas släcka branden med hjälp av handbrandsläckare eller liknande.

Sannolikheten för att det ska ske en sprängning av gasolbehållarna till terrassvärmarna bedöms vara mycket osannolik på grund av att behållarna kan motstå ett mycket högt tryck och att de är utrustade med säkerhetsventil.

10.4 Konsekvenser

Konsekvenserna av en brand i köket som startar på grund av gasolspisens öppna låga utreds i kapitel 9, Brand i kök.

Om en brand startar på verandan på grund av terrassvärmarna anses konsekvenserna minst bli lindriga personskador på grund av kontakt med och strålning från flammor.

Om en antändning av markiser, verandagolv, möbler, fasad eller verandaräcken sker och branden sprider sig skulle den snabbt kunna blockera viktiga nödutgångar (båda huvudingångarna). Vid nattklubb brukar de båda dubbeldörrarna på var sin sida av kaffebaren stå öppna vilket innebär att om det blåser från nordväst kan brandgaserna spridas in i lokalen. På grund av den låga sannolikheten att detta ska inträffa samt komplexiteten i detta scenario har ingen kvantitativ bedömning över konsekvenserna vid brandgasspridning in till stora salen gjorts.

Konsekvenserna av en sprängning av en av gasolbehållarna till terrassvärmarna bedöms vara katastrofala. Vid en sprängning kan det vid antändning bildas ett mycket stort eldklot som ger stora skador på de människor som befinner sig inom dess gränser på verandan och även i lokalen. En beräkning över ett eventuellt eldklots storlek finns i bilaga G.

10.5 Rekommendationer för Societetshusets gasolanläggning

För att förhindra att en stor olycka inträffa vid hanteringen av gasol är det viktigt att nedanstående rekommendationer från MSB följs (MSB).

- Terrassvärmare är endast avsedda för utomhusbruk och avståndet mellan brännardelen och brännbart material skall vara minst 60 centimeter. De skall stå stadigt och vara förankrade så att de inte kan välta. Täthetsprovning skall göras var gång man byter gasolflaska. Terrassvärmarnas placering får inte hindra utrymning.
- Terrassvärmarnas och grillens gasolbehållare måste vid brand föras i säkerhet.
- Slangen mellan gasolbehållaren och gasolgrillen får inte komma nära heta delar på grillen eftersom den då kan få värmeskador och börja läcka. Det är också viktigt att kontrollera slangen inför varje grillsäsong eftersom den åldras av väder, vind och sol. Behållaren får inte komma för nära själva grillen då värmen från grillen kan värma upp gasbehållaren som då får för hög temperatur vilket kan medföra att trycket blir så högt att slangar eller ventiler börjar läcka
- Personalen skall få utbildning angående risker med gasol.
- Rekommendationerna gällande gasolflaskornas placering, gasolledningar, huvudavstängning, utrustning, gasolgrillar och terrassvärmare skall följas, dessa finns i bilaga L.

10.6 Fast installation

För att sänka riskerna kring gasolhanteringen på verandan föreslås vidare utredning huruvida terrassvärmarna på verandan kan bytas ut mot en fast installation med avseende på gasoltillförseln. Gasoltillförseln föreslås vara kopplad till samma system som förser köket med gasol. Detta skulle innebära att vid en eventuell brand eller gasolläcka på verandan kan flödet av

gasol omedelbart brytas genom att stänga av huvudavstängningen och risken för att en allvarlig olycka skall inträffa på verandan med avseende på gasolen minskar betydligt.

11 Diskussion och slutsatser

Detta kapitel innehåller en slutgiltig diskussion och slutsatser utifrån denna.

En av de största osäkerheterna gällande den brandtekniska riskvärderingen av Societetshuset på Marstrand var att verksamheten inte var igång då platsbesöket genomfördes. Detta har inneburit att uppskattningar har varit tvungna att göras gällande bland annat brandbelastning, personal och möblering. Mängden kartonger och bråte i förråd och korridorer antogs vara densamma sommartid som vintertid.

Den statistik som det utgått från i rapporten gällande nattklubbar är hämtad från amerikanska bränder. Det anses dock inte finnas någon större skillnad mellan förhållandena på amerikanska och svenska nattklubbar.

De scenarier som studerats är endast ett urval av alla scenarier som kan inträffa på Societetshuset. Det är omöjligt att beakta alla möjliga scenarier men de som valts ut anses vara representativa för byggnaden och täcka in de allra flesta scenarier som har en betydande konsekvens.

I rapporten antogs det att byggnadens bärighet består under hela utrymningsförloppet. Huruvida detta är sant måste vidare utredas eftersom det är över författarnas förmåga att bedöma. Det anses vara viktigt att detta görs framförallt med tanke på räddningstjänstens eventuella insats vid brand.

Enligt brandskyddsdocumentationen är det tillåtet med 660 personer i lokalen. Efter samtal med verksamhetsutövaren framgick det att vid enstaka tillfällen kan det hända att fler personer än så tas in i lokalen. Detta är inte acceptabelt under några som helst förutsättningar i och med de resultat som erhållits vid simulering i Simulex. I beräkningar har de utgått från det antal personer som är tillåtet enligt brandskyddsdocumentationen.

Att byggnaden är kulturminnesmärkt har det tagits hänsyn till vid diskussion kring åtgärdsförslagen. Osäkerheter råder kring huruvida insidan av Societetshuset omfattas av de stränga reglerna. Det har dock antagits att vissa avsteg kan göras då det redan gjorts omfattande renovering och förändring av till exempel köket och källaren. Författarna rekommenderar starkt installation av sprinkler RTI 50 i källaren.

Om självstängande ytterdörrar mot verandan installeras skulle brandgasspridning in i lokalen vid en eventuell brand på verandan kunna förhindras.

Situationen gällande personsäkerheten för Societetshuset på Marstrand anses ej vara acceptabel. För att uppnå tillfredställande brandskydd och säkerställa att utrymning kan ske innan kritiska förhållanden uppstår anser författarna att en del åtgärder **skall** genomföras och en del **bör** genomföras.

11.1 Sammanfattning av åtgärder som skall genomföras

- **Utforma trapphusen och köket till egna fungerande brandceller.**
- **Musiken skall automatiskt stängas av och ljuset tändas då utrymningslarmet går igång.**
- **Byta ut dagens utrymningslarm mot ett talat meddelande.**
- **Installera nödbelysning.**

- Regelbunden utbildning av personalen enligt koncernens brandskyddspolicy.
- Byta lappar som säger "dörren är larmad" till "endast nödutgång".
- Konferencier skall vid ett events start informera om utrymningsvägar.
- Uppdatera brandskyddsdocumentationen så att den stämmer överens med det faktiska brandskyddet.
- Systematiskt brandskyddsarbete skall bedrivas i enlighet med koncernens brandskyddspolicy.
- Uppdatera utrymningsplanerna då de inte stämmer överens med den aktuella utformningen och skyltningen i byggnaden.
- Rensa bort kartonger och skräp i förråden och korridorerna.
- Hålla ordning och reda i köket.
- Om ingen av åtgärderna i fet stil vidtas skall det maximalt tillåtna personantalet minskas till 250 personer.

11.2 Sammanfattning av åtgärder som bör genomföras

- Installera sprinkler.
- Byta ut befintliga värmedetektorer i källaren mot rökdetektorer.
- Utredning av byggnadens bärighet.
- Självstängande ytterdörrar mot verandan bör installeras.
- Installera brandgasventilation.
- Installera dörrar till de förrådsutrymmen som idag saknar sådana.
- Utforma köket som en egen brandcell alternativt installera punktsprinkler över spis och fritös.
- Utforma salongerna längs nordöstra sidan på plan 1 som en egen brandcell.
- Regelbunden utbildning av personalen om brandrisker och utrymning.
- Ha god ordning och reda i köket, speciellt i närheten av fritös och gasspis.
- Konferencier bör vid ett events start informera om utrymningsvägar.

11.3 Sammanfattning av rekommendationer

- Terrassvärmare är endast avsedda för utomhusbruk och avståndet mellan brännardelen och brännbart material ska vara minst 60 centimeter. De ska stå stadigt och vara förankrade så att de inte kan välta. Täthetsprovning ska göras var gång man byter gasolflaska. Terrassvärmarnas placering får inte hindra utrymning.
- Terrassvärmarnas och grillens gasolbehållare ska vid brand föras i säkerhet.
- Slangen mellan gasolbehållaren och gasolgrillen får inte komma nära heta delar på grillen eftersom den då kan få värmeskador och börja läcka. Det är också viktigt att kontrollera slangen inför varje grillsäsong eftersom den åldras av väder, vind och sol. Behållaren får inte komma för nära själva grillen då värmen från grillen kan värma upp gasbehållaren som då får för hög temperatur vilket kan medföra att trycket blir så högt att slangar eller ventiler börjar läcka
- Rekommendationerna gällande gasolflaskornas placering, gasolledningar, huvudavstängning, utrustning, instruktioner, gasolgrillar och terrassvärmare ska följas, dessa finns i bilaga L.

12 Litteraturförteckning

Boverket. (2008). *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. Karlskrona: Boverket.

Brandskyddsdocumentation Societeshuset Marstrand. (Juni 2009). Brand och Utrymningsteknik AB.

Brandskyddslaget och Brandteknik. (2005). *Brandskyddshandboken*. Lunds Tekniska Högskola, Brandteknik. Lund: Brandteknik.

Brandteknik. (2005). *Brandskyddshandboken*. Rapport 3134, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Bwalya, A. (2007). *Design Fires for Commercial Premises-Results of Phase 2*. National Research Council Canada.

D. D. Evans. (1985). Detact QS [Datorprogram]. *Version: 1.3*.

Davidsson, G. (2003). *Handbok för riskanalys*. Räddningsverket.

Drysdale, D. (1998). *An introduction to Fire Dynamics (2:a ed.)*. West Sussex, England: Wiley.

Fischer, S., Forsén, R., Hertzberg, O., Jacobsson, A., Koch, B., Runn, P., o.a. (1998). *Vårdautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*. Försvarets forskningsanstalt, Tumba.

Frantzich, H. (1994). *En modell för dimensionering av förbindelser för utrymning utifrån*. Lunds Tekniska Högskola, Brandteknik. Lund: Brandteknik.

Frantzich, H. (2001). *Tid för utrymning vid brand*. Lunds Tekniska Högskola, Brandteknik. Karlstad: Räddningsverket.

Holm, D.; Johansson, P. (2002). *CFD-modellering och fullskaleförsök av brandgasventilation, Rapport 5108*. Brandteknik, Lund.

Integrated Environmental Solutions Limited. (2009). Simulex[Datorprogram]. *Version: 2009.1.0.3*.

Johansson, B.;. (2004). *Analys av utrymningssäkerheten vid brand hos nattklubben Underbar i Skellefteå, rapport 5135*. Brandteknik, Lund.

Karlsson, B., & Quentiere, J. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton: CRC Press.

Marstrand, Societshuset. (2010). *Societshuset Marstrand*. Hämtat från Societshuset Marstrand: <http://www.societshuset.se> den 12 Mars 2010

MSB. *Förebyggande-Brandfarligt och explosivt*. Hämtat från MSB: <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Brandfarligt--explosivt/> den 12 Mars 2010

MSB. *Gasol för hem- och fritidsmiljö*. Karlstad: MSB.

MSB. (2008). *Statistik och Analys-Räddningstjänst i siffror*. MSB.

National Institute of Standards and Technology. CFAST [Datorprogram]. *Version: 6.0.10.61027*. Gaithersburg.

National Institute of Standards and Technology. Fire Dynamics Simulator [Datorprogram].
Version: 5.2.

NFPA. (2009). *NFPA 92 B-Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Spaces*. Quincy: NFPA.

Nilsson, D.; Holmstedt, G. (2008). *Kompendium i Aktiva system-Detektion*. Lunds tekniska högskola, Branteknik och Riskhantering, Lund.

Palisade Corporation. (2008). @Risk-Risk Analysis Add-in for Microsoft Excel [Datorprogram].
Version 5.0.1.

Palisade Corporation. (2008). Precision Tree-Decision Analysis Add-in for Microsoft Excel [Datorprogram]. *Version: 5.0.0.*

Statens Haverikommission. (2001). *Brand på Herkulesgatan i Göteborg, Ö Län, den 29-30 Oktober 1998*. Västervik: Statens Haverikommission.

U.S. Fire Administration. (2004). *Nightclub Fires in 2000*. Hämtat från U.S. Fire Administration: <<http://www.usfa.dhs.gov/downloads/pdf/tfrs/v3i7.pdf>> (2010-03-12) den 12 Mars 2010

Widlund, D. (2009). *Elektricitet och bränder med inriktning på brandutredning*. MSB.

Bilaga A - Datorprogram

Denna bilaga innehåller fakta om de datorprogram som använts.

För att utföra simuleringar av brandförlopp och utrymning har olika datorprogram använts; CFAST, FDS, Simulex, Detact QS och @Risk. I samtliga fall har en rad förenklingar gjorts och det finns även en del förenklingar inbyggda i programmen. Dessa beskrivs utförligare nedan och måste tas i åtanke vid analysering av resultaten. Resultaten ska inte tolkas alltför exakt utan snarare ses som riktlinjer. För att visa på osäkerheterna i programmen kan känslighetsanalyser göras.

A.1. CFAST

Datorprogrammet CFAST (National Institute of Standards and Technology) är en så kallad tvåzonsmodell. Principen innebär att det i brandrummet finns en tydlig gräns mellan brandgaserna och den kalla luften. Det övre lagret innehåller alltså varma brandgaser och det undre bara kall luft. Antagandet görs även att temperaturen är samma i hela lagret. Kontinuitetsekvationer löses för bland annat massa och energi för att se hur till exempel brandgaslagrets höjd och temperaturen ändras över tiden.

Tvåzonsmodeller är giltiga för relativt kubiska rum och förhållandet mellan längd, bredd och höjd bör helst understiga 3. Många av tvåzonsmodellernas begränsningar styrs av att brandens storlek måste vara lämplig i förhållande till rummets storlek och geometri. Några exempel på programmets begränsningar och förenklingar är (Brandteknik, 2005):

- Bränder i lokaler som har mycket stor golvyta i relation till takhöjden kan vara svåra att modellera. Tvåzonsmodellen antar att brandgasen sprids momentant under hela takytan och kyls därför av på grund av kontakt med en stor kall takyta.
- Transport av massa och energi antas ske momentant vilket betyder att ingen hänsyn tas till transporttider för brandgaserna. I samma stund som det börjar brinna finns det också brandgaser utbredda under taket.
- Temperaturen i brandgaslagret övervärderas ofta i beräkningarna och brandgaslagret sjunker även ofta fortare i beräkningarna än i gjorda försök. Dock kompenseras detta genom att brandgasfyllnaden istället går för långsamt senare i förloppet förutsatt att brandgaslagret befinner sig relativt nära golvet.

A.2 FDS

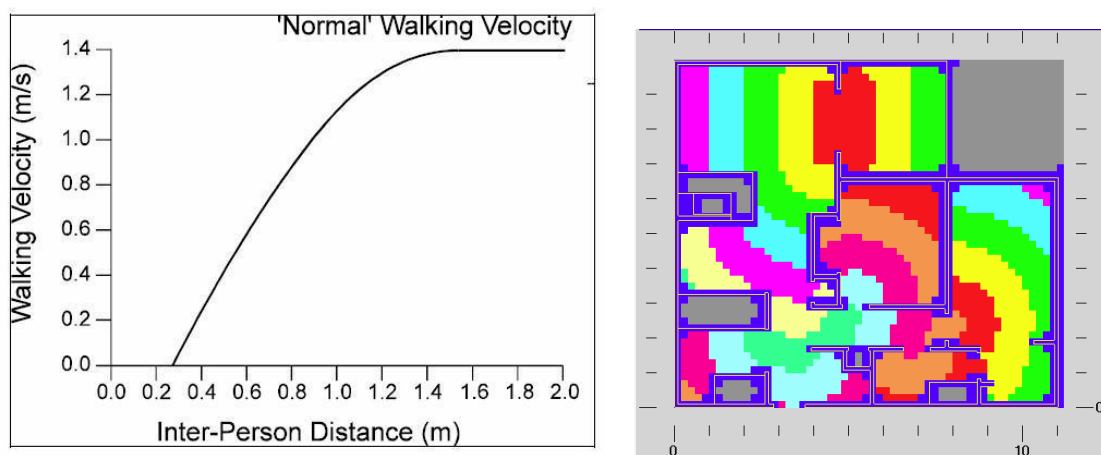
FDS (National Institute of Standards and Technology) är en förkortning för Fire Dynamics Simulator och är ett brandsimuleringsprogram som bygger på Computational Fluid Dynamics (CFD). I FDS delas geometrin in i ett stort antal celler som var för sig är en kontrollvolym. Programmet utför beräkningar för bevarande av massa, energi, rörelsemängd samt ämnen i varje kontrollvolym. Detta gör att ju fler kontrollvolym geometrin delas in i desto bättre resultat kommer programmet att ge. Detsamma gäller dock för vilken processorkraft som krävs för att få resultat och simuleringar kan ta väldigt lång tid om beräkningar ska göras för många celler. En begränsning som finns i programmet är att det bara tolererar räta vinklar i geometrin. Enkelt förklarad är FDS ett program som utför flödesberäkningar mellan ett väldigt stort antal kontrollvolym. Detta gör att resultatets precision beror av cellmängden och en analys över om lösningen är cellberoende brukar därför göras. I och med att det vanligtvis är ett väldigt stort antal kontrollvolym brukar simuleringarna ofta återspegla verkligheten relativt väl. Detta har visats ibland annat rapporten från 2002 (Holm & Johansson, 2002). Det är dock viktigt att

komma ihåg är att det fortfarande är en förenklad modell av verkligheten trots att resultaten ser mycket realistiska ut.

A.3 Simulex

Simulex (Intergrated Environmental Solutions Limited, 2009) är ett datorprogram som används för simulering av utrymning ur byggnader. En modell av byggnaden skapas genom att CAD-ritningar för varje våningsplan matas in och kopplas samman genom trappor. Nödutgångar definieras och Simulex räknar automatiskt ut alla gångavstånd. Dessa kan sedan visas i en avståndsritning. Personer placeras ut i byggnaden, antingen enskilda eller i grupp. Personernas egenskaper, till exempel gånghastighet, går att ställa in efter önskemål genom att ändra i textfilen som Simulex använder. De algoritmer som används för att beräkna personernas rörelsemönster baseras på data insamlade genom verkliga försök. Programmet innehåller en del förenklingar och antaganden om utrymningsgeometri och personers rörelsemönster:

- Varje person ges en normal, obehindrad gånghastighet.
- Gånghastigheten reduceras ju närmare personerna kommer varandra. Detta enligt grafen i figur A.1.
- Varje person går mot nödutgången genom att ta en riktning i rät vinkel mot konturerna på avståndsritningen. Exempel på en avståndsritning visas i figur A.1.
- Det kompenseras för trängning, kroppsrotation, steg sidledes och små bakåttsteg.



Figur A.1. Figuren till vänster visar en graf över hur Simulex reducerar gånghastighet beroende på persontäthet och bilden till höger hur en avståndsritning i Simulex kan se ut.

A.4 Detact QS

Detact QS (D. D. Evans, 1985) används vid beräkning av aktiveringstider för värme- och rökdetektorer samt sprinklerbulber placerade i taket. Detact QS antar att detektorn eller sprinklern endast värms upp av brandgaserna som flödar förbi vilket innebär att det inte tar hänsyn till eventuella brandgaser som ansamlats i rummet. Indata i programmet är avståndet mellan branden och detektorn i höjd- och sidled, omgivningstemperaturen, detektorns aktiveringstemperatur och RTI-värde samt effektutvecklingen. Detact QS ger brandgasernas och elementets temperaturer som funktion av tiden samt tid till aktivering (Nilsson & Holmstedt, 2008).

A.5 @Risk

@Risk (Palisade Corporation, 2008) är ett program som bygger på Monte Carlo-simulering och kan därför användas för att hantera numerisk fortplantning av osäkerheter. En Monte Carlo-simulering kan liknas vid ett numeriskt experiment där beräkningen genomförs många gånger och olika variablers värden plockas slumpmässigt från angivna fördelningar. Det vill säga den deterministiska beräkningen görs om flera gånger men med ingångsvärden från fördelningarna. I programmet kan en eller flera ekvationer användas i beräkningarna och resultatet fås i form av en fördelning över de olika utfallen med data över bland annat medelvärde, standardavvikelse, min- och maxvärde och fördelningens utseende. Programmet kan också användas för att ta reda på ingående parametrars betydelse för resultatet genom en känslighetsanalys⁸.

⁸ Universitetslektor Håkan Frantzich, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola. Föreläsning, 2009-09-07

Bilaga B - Simulering i Simulex

Denna bilaga beskriver de indata som använts i Simulex samt de resultat som programmet gett.

B.1. Indata

Personalens gånghastighet är satt till 1,35 m/s för män och 1,15 m/s för kvinnor utifrån given standard för män och kvinnor i Simulex inputfil. Gästerna antas ha intagit en del alkohol och därför är deras gånghastighet reducerad med 0,1 m/s. Vid gång nerför samt uppför trappor minskar hastigheten till 1 m/s respektive 0,8 m/s (Frantzich, 1994) därför har multiplikationsfaktorn valts till 0,74 för gång uppför trapp och 0,6 för gång nerför trapp. En fördelning på 50 % mellan män och kvinnor har gjorts i de olika grupperna, personal och gäster. Gånghastigheter och multiplikationsfaktorer för hastighet i trappor är sammanställd i tabell B.1.

Tabell B.1. Indata i form av gånghastighet, färg och fördelning för Simulex.

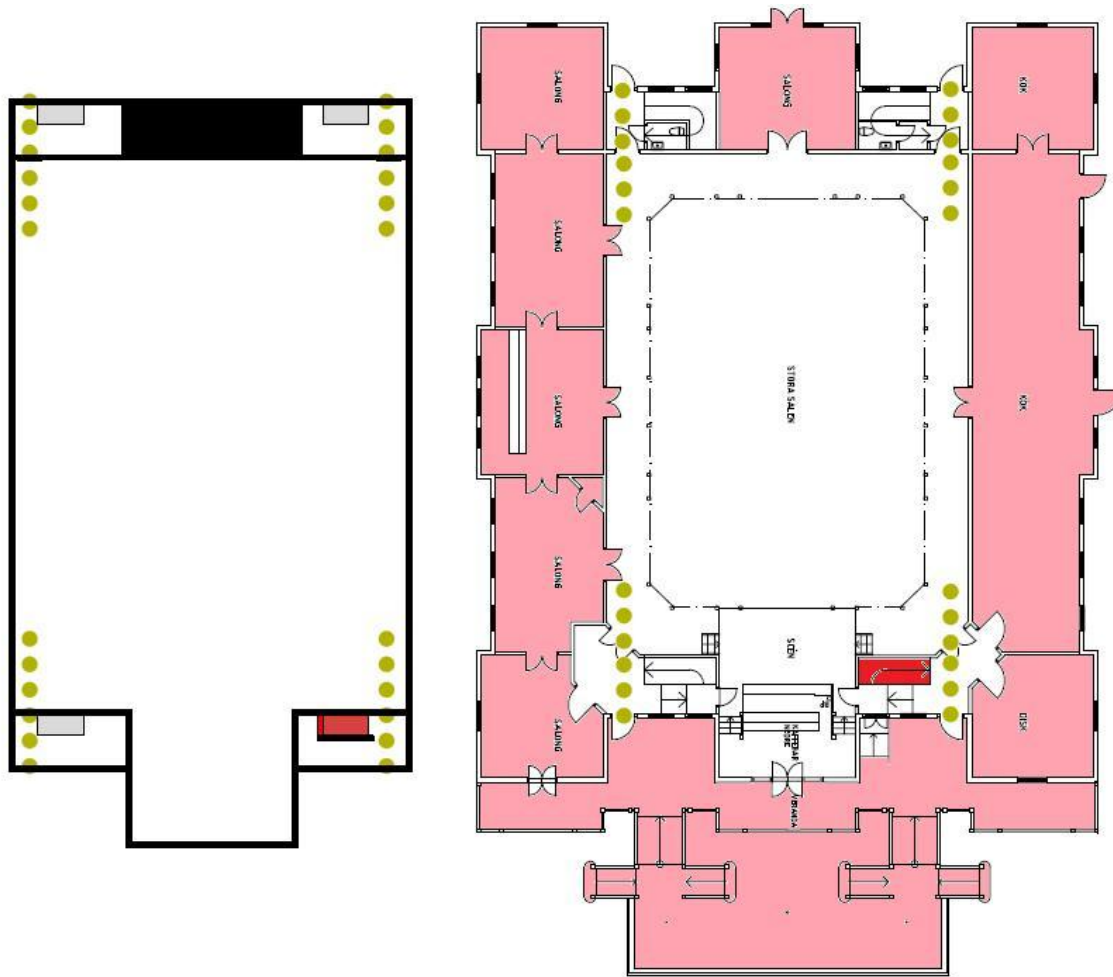
	Gånghastighet [m/s]	Multiplikationsfaktor Trappa ner	Multiplikationsfaktor Trappa upp	Färg	Fördelning [%]
Personal man	1,35	0,74	0,6	Mörkgrön	50
Personal kvinna	1,15	0,74	0,6	Mörkblå	50
Gäst man	1,25	0,69	0,55	Röd	50
Gäst kvinna	1,05	0,69	0,55	Gul	50

B.2. Resultat

De resultat som erhållits från Simulex redovisas i tabell B.2.

Tabell B.2. Antal personer per våning och deras förflyttningshastighet.

Scenario	Källare		Plan 1		Plan 2		Totalt antal	Tid totalt [s]	Tid plan 2 [s]
	Personal	Gäster	Personal	Gäster	Personal	Gäster			
1	9	20	13	522	8	73	650	110	57
	6	15	12	324	6	37	450	76	57
2	9	20	20	294	4	103	450	73	49

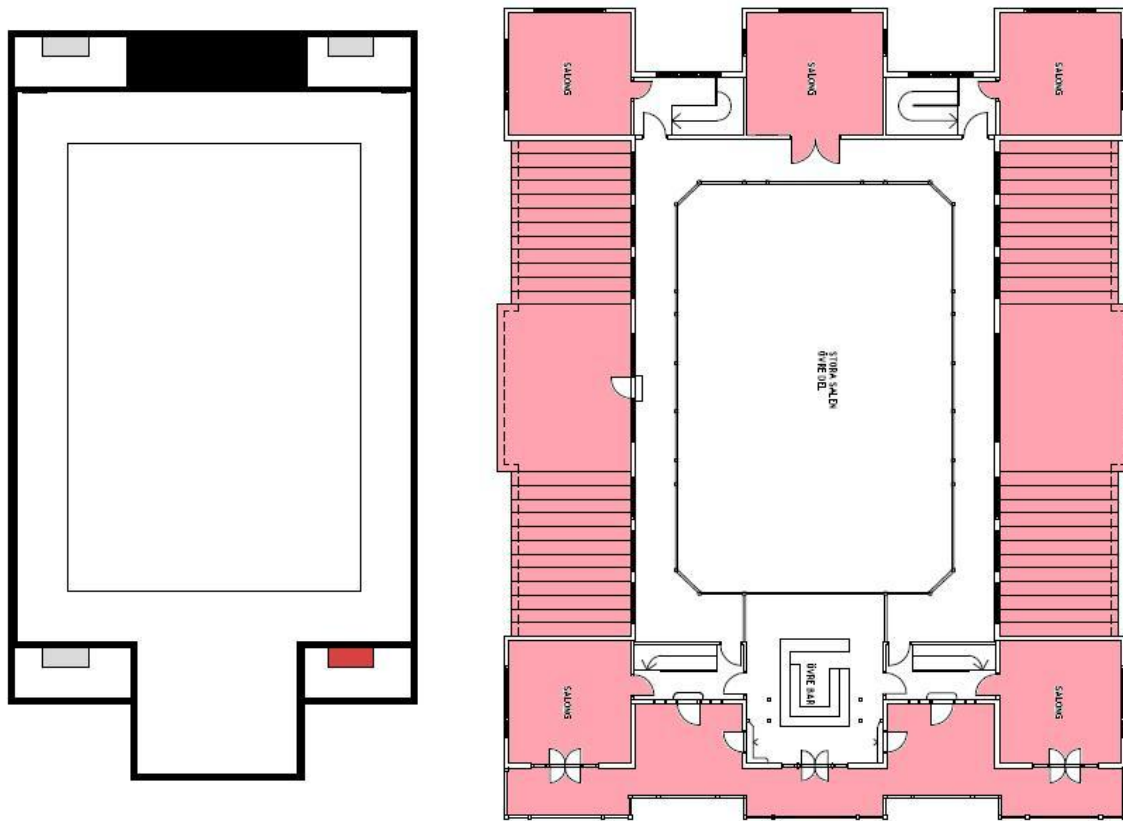


Figur C.2. Jämförelse mellan geometri på plan 1 använd i FDS och den verkliga geometrin. Den skuggade markeringen i den verkliga geometrin har uteslutits i FDS.

Alla dörrar mellan de utrymmen som tagits med i grundsimuleringen har antagits vara helt öppna. Detta motsvarar inte riktigt verkligheten då några av dörrarna var självstängande men eftersom dessa, som tidigare nämnts, inte stängt ordentligt har funktionen helt bortsetts från. Simuleringar har dock även gjorts där vissa av de självstängande branddörrarna gestaltas som springor för att se vad som skulle hända om dörrarna går igen till viss del, så som läget är nu. Resultaten från simuleringarna redovisas i tabell C.1.

Som man kan se i figur C.2 stämmer geometrin inte helt överens med den delen som ska representeras. Detta är på grund av att programmet endast kan bygga i räta vinklar och bedömningen har gjorts att den geometri som använts återspeglar verkligheten tillräckligt bra.

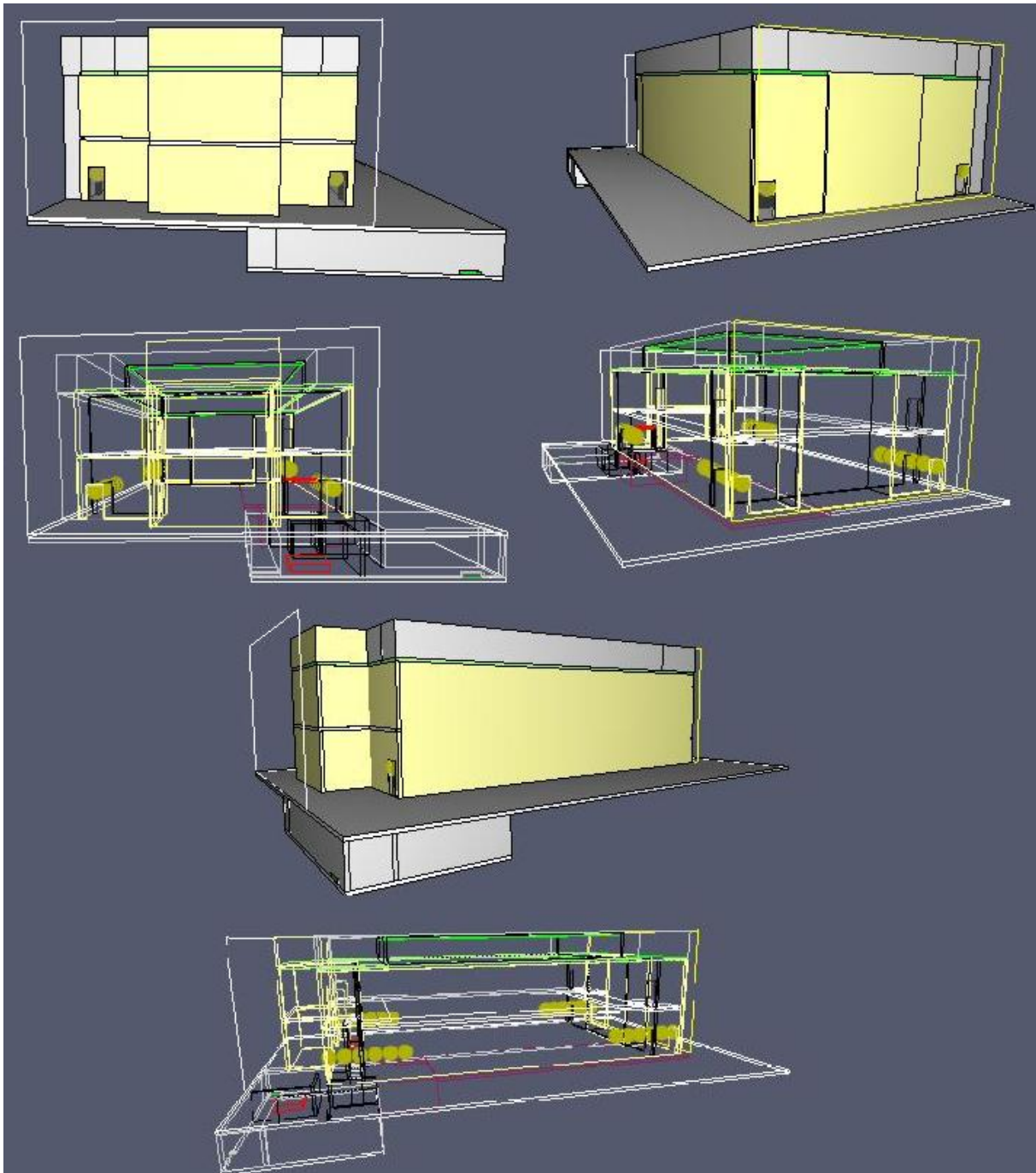
Som figur C.2 visar har alla salonger och även köket på plan 1 försumrats. Köket har försumrats då det antas vara stängt under nattklubsverksamheten som scenariot ska återspegla och salongerna har försumrats eftersom brandgasspridning till dessa först kommer ske då brandgaser fyllt upp övriga delar av lokalen.



Figur C.3. Jämförelse mellan geometrin på plan 2 använd i FDS och den verkliga geometrin. Den skuggade markeringen i den verkliga geometrin har uteslutits i FDS.

I figur C.3 visas det att salongerna även här har försummats. Detta då salongerna på detta plan antas vara stängda under den pågående nattklubsverksamheten.

Den tredimensionella modellen av objektet visas i bildserierna i figur C.4. Den första visar utsidan med solida väggar och den andra visar en genomskärning. Branden, som i det här fallet symboliseras av en röd kub, kan skymtas längst ner i källaren på genomskärningsbilden uppe till vänster.

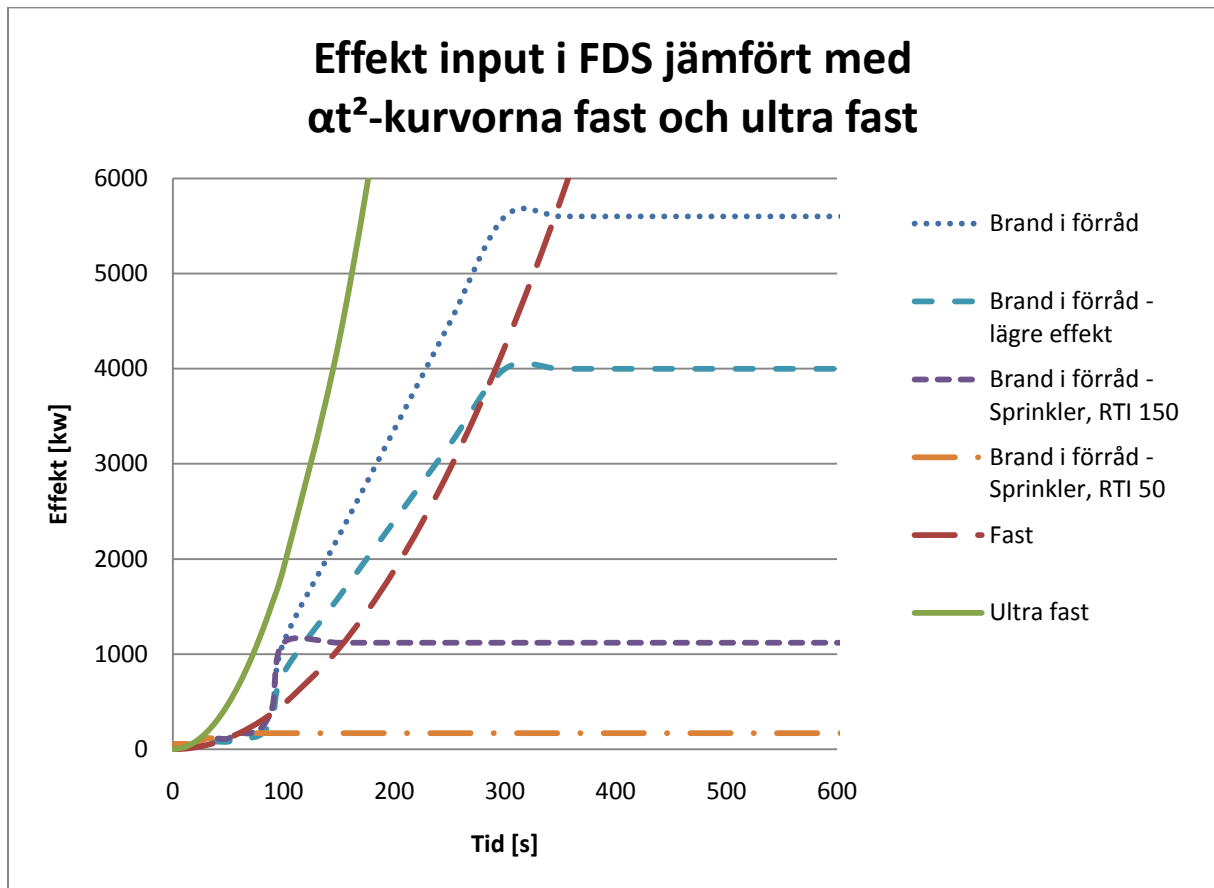


Figur C.4. Geometrin i FDS. En solid och en genomskärning för olika vinklar.

C.1.2 Branden

Bränderna som använts för att simulera scenariot ovan har antagits följa effektutvecklingskurvorna i figur C.5. Varför just dessa effektutvecklingskurvor har valts förklaras i avsnitt 8.3. Även effekter för verifisering och för olika åtgärdsförslag redovisas i figuren. I övrigt antas den största delen av det brännbara materialet bestå av cellulosa, alltså papper, trä eller dylikt, eftersom det vid platsbesöket fanns mycket pappkartonger och trähyllor i förrådet.

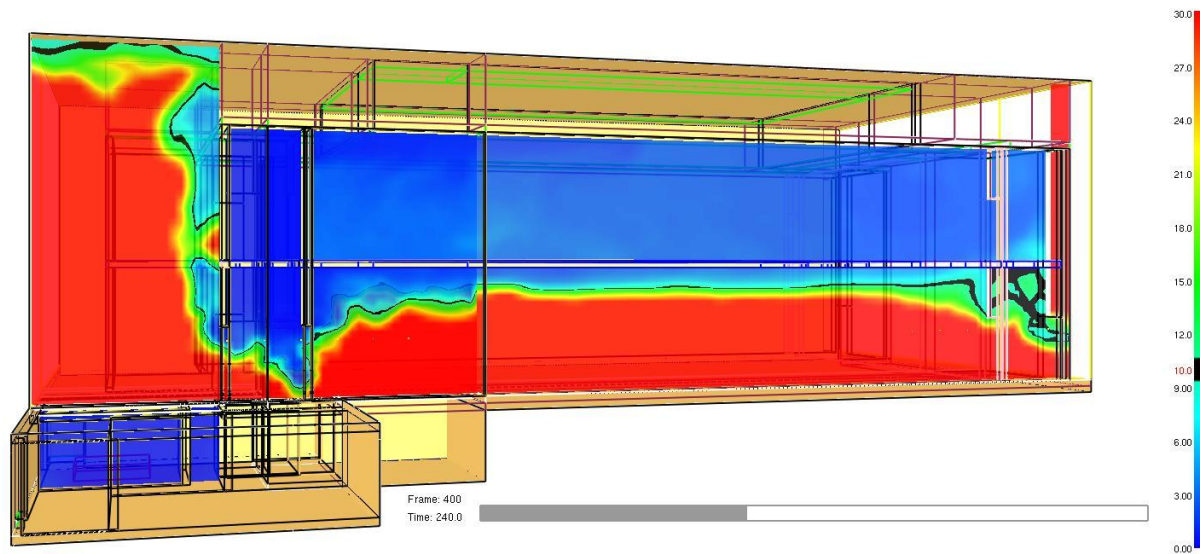
Någon flamspridningsmodell har inte använts då en sådan antagligen kräver en högre upplösning än vad som kunnat användas. Istället har brandens effekt ökat medan branden stått kvar på samma ställe.



Figur C.5. Effektinput i FDS jämfört med αt^2 -kurvorna fast och ultra fast.

C.2. Tolkning av resultat

När resultaten från FDS ska tolkas kan inte riktigt de vanliga definitionerna för kritiska förhållanden användas på grund av flera orsaker. Till att börja med bildas inget uniformt brandgaslager i byggnaden vilket gör att höjden på ett sådant blir svårt att bestämma. Vidare kan sikten i lokalen variera i olika delar av byggnaden och det kan därför vara kritiska förhållanden vid en utrymningsväg samtidigt som det inte är det på ett annat ställe i samma plan, ett exempel på detta visas i figur C.6.



Figur C.6. Hur de kritiska förhållandena för sikt kan variera vid utrymningsvägarna. Där färgen är svart eller har en blå/turkos ton är sikten < 10 m.

Sikten kan även vara svår att bedöma eftersom nödbelysning saknas i lokalen. Detta skulle kunna innebära en avsevärd försämring av sikten så fort brandgaserna täcker det vanliga lyset i lokalen.

Temperatur och toxicitet visar sig spela en mindre viktig roll än just sikt i simuleringarna som gjorts över Societetshuset, se tabell C.1. På grund av detta bedöms de kritiska förhållandena i lokalen främst efter sikten i trapphus och utgångar.

C.3. Resultat

De olika händelseförlopp som simulerats för källarscenariot är följande:

- Dörrar helt öppna, stor grid.
- Dörrar helt öppna, liten grid.
- Dörrar helt öppna, lägre effekt.
- En dörr öppen och en dörrspringa.
- Både trapphusdörr och dörr till stora salen representerade av springor.
- Dörrar helt öppna, sprinkler, RTI 50.
- Dörrar helt öppna, sprinkler, RTI 150.
- Dörrar helt öppna, fönster som brandgasventilation (BGV).

Resultatet redovisas i tabell C.1. Då > används betyder detta att inga kritiska förhållanden uppstod under tiden som simuleringen pågick.

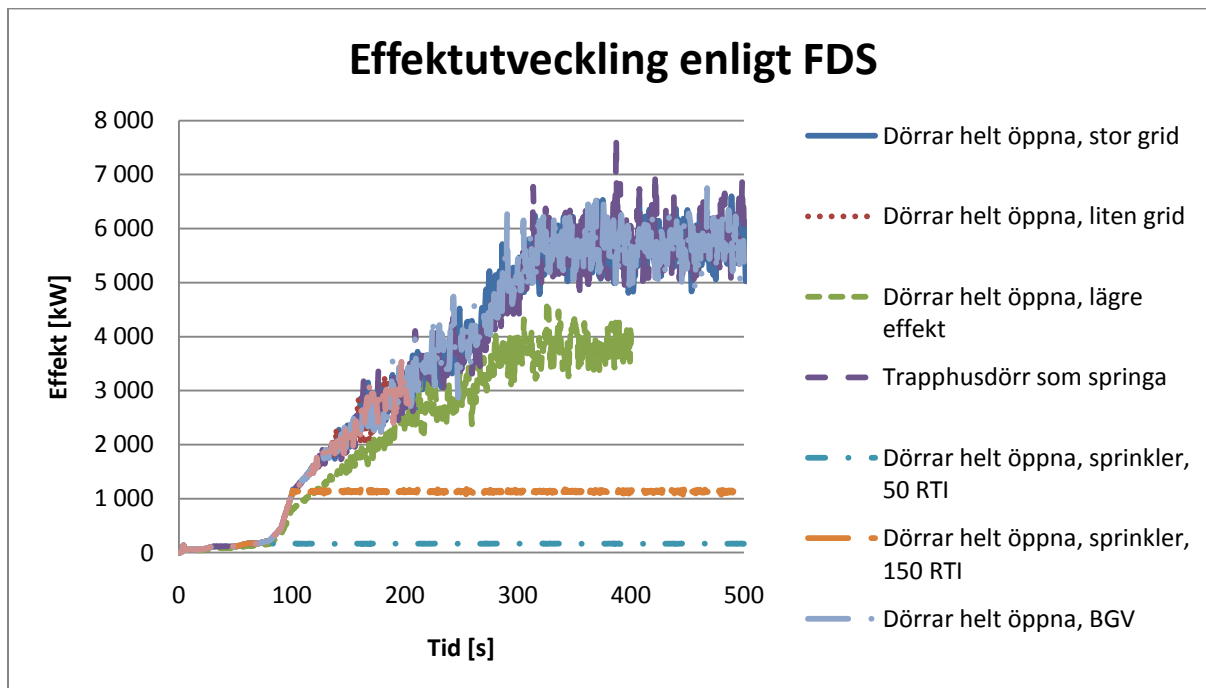
Tabell C.1 Sammanställning av tiderna till de kritiska förhållandena för de olika scenariorna.

Scenario	Plats	Plan	Tid till kritiska förhållanden [s]		
			Sikt	Temperatur	CO2
Dörrar helt öppna, stor grid	trapphus 1	Plan 2	140	420	530
	trapphus 2	Plan 2	70	120	230
	trapphus 3	Plan 2	160	380	520
	trapphus 4	Plan 2	160	340	>600
	trapphus 1	Plan 1	240	>600	>600
	trapphus 2	Plan 1	40	100	180
	trapphus 3	Plan 1	230	>600	570
	trapphus 4	Plan 1	220	580	>600
Dörrar helt öppna, liten grid	trapphus 1	Plan 2	130	>200	>200
	trapphus 2	Plan 2	80	130	>200
	trapphus 3	Plan 2	160	>200	>200
	trapphus 4	Plan 2	160	>200	>200
	trapphus 1	Plan 1	>200	>200	>200
	trapphus 2	Plan 1	40	100	130
	trapphus 3	Plan 1	>200	>200	>200
	trapphus 4	Plan 1	>200	>200	>200
Dörrar helt öppna, låg effekt	trapphus 1	Plan 2	150	>400	>400
	trapphus 2	Plan 2	90	130	280
	trapphus 3	Plan 2	170	>400	>400
	trapphus 4	Plan 2	180	>400	>400
	trapphus 1	Plan 1	260	>400	>400
	trapphus 2	Plan 1	60	100	200
	trapphus 3	Plan 1	260	>400	>400
	trapphus 4	Plan 1	250	>400	>400
En dörr öppen och en dörrspringa	trapphus 1	Plan 2	180	480	>500
	trapphus 2	Plan 2	100	260	>500
	trapphus 3	Plan 2	170	420	>500
	trapphus 4	Plan 2	200	400	>500
	trapphus 1	Plan 1	260	>500	>500
	trapphus 2	Plan 1	40	90	160
	trapphus 3	Plan 1	240	>500	>500
	trapphus 4	Plan 1	220	>500	>500

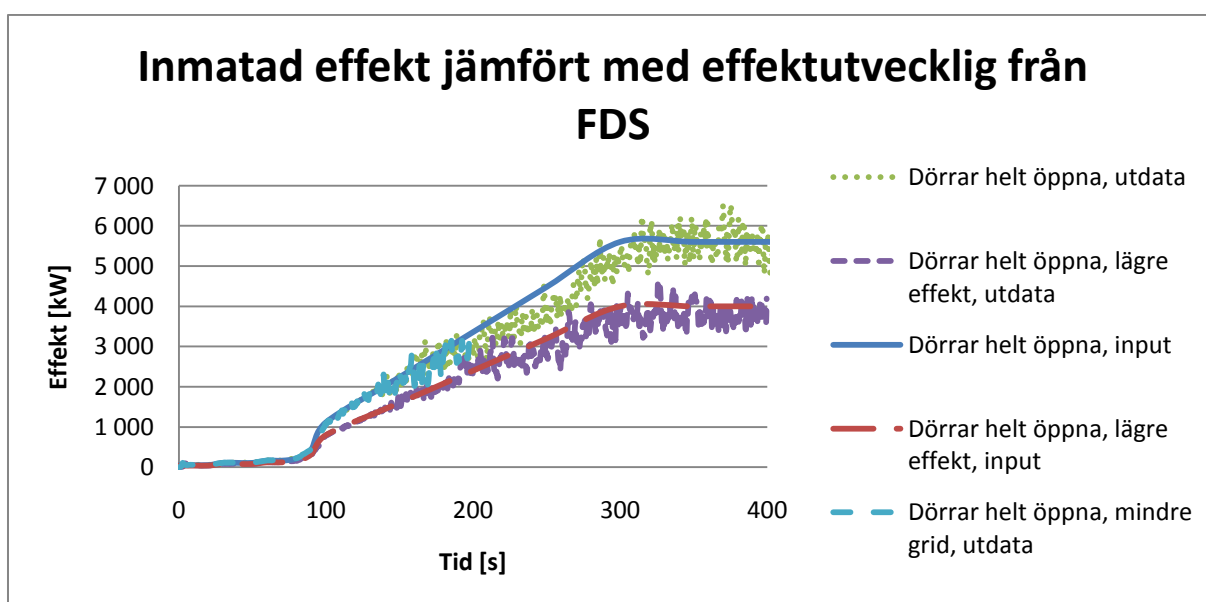
Scenario	Plats	Plan	Tid till kritiska förhållanden [s]		
			Sikt	Temperatur	CO2
Båda dörrarna som springor	trapphus 1	Plan 2	180	>200	>200
	trapphus 2	Plan 2	90	140	200
	trapphus 3	Plan 2	200	>200	>200
	trapphus 4	Plan 2	200	>200	>200
	trapphus 1	Plan 1	>200	>200	>200
	trapphus 2	Plan 1	40	90	140
	trapphus 3	Plan 1	>200	>200	>200
	trapphus 4	Plan 1	>200	>200	>200
Dörrar helt öppna, sprinkler, 50 RTI	trapphus 1	Plan 2	>500	>500	>500
	trapphus 2	Plan 2	80	>500	>500
	trapphus 3	Plan 2	400	>500	>500
	trapphus 4	Plan 2	420	>500	>500
	trapphus 1	Plan 1	>500	>500	>500
	trapphus 2	Plan 1	40	>500	>500
	trapphus 3	Plan 1	>500	>500	>500
	trapphus 4	Plan 1	>500	>500	>500
Dörrar helt öppna, sprinkler, 150 RTI	trapphus 1	Plan 2	210	>500	>500
	trapphus 2	Plan 2	80	150	>500
	trapphus 3	Plan 2	180	>500	>500
	trapphus 4	Plan 2	190	>500	>500
	trapphus 1	Plan 1	320	>500	>500
	trapphus 2	Plan 1	40	100	>500
	trapphus 3	Plan 1	300	>500	>500
	trapphus 4	Plan 1	290	>500	>500
Dörrar helt öppna, BGV	trapphus 1	Plan 2	190	>500	>500
	trapphus 2	Plan 2	80	120	230
	trapphus 3	Plan 2	160	>500	>500
	trapphus 4	Plan 2	170	380	>500
	trapphus 1	Plan 1	>500	>500	>500
	trapphus 2	Plan 1	40	100	160
	trapphus 3	Plan 1	430	>500	>500
	trapphus 4	Plan 1	>500	>500	>500

Effektutvecklingen som matats in i FDS redovisas, som tidigare nämnts, i figur C.5. I figur C.7 redogörs för den effektutveckling som programmet gett i utdata. Denna stämmer i samtliga fall väl överens med inmatad effekt vilket tyder på att branden inte blir underventilerad. Framförallt värt att notera är att simuleringen med liten grid följer de övriga vilket pekar på att simuleringarna som gjorts är "gridoberoende".

Detta betyder att simuleringar av åtgärdsförslag och olika händelseförlopp går att göra med det färre antalet celler utan att resultatet påverkas. En jämförelse visas också mellan inmatad effekt och effektutvecklingen från FDS, detta i figur C.8. Den visar att effekterna stämmer bra överens vilket även det är betryggande för resultaten.



Figur C.7. Effektutveckling enligt FDS för de olika scenariorna.



Figur C.8. Inmatad effekt jämfört med effektutveckling från FDS.

Bilaga D - Simulering i FDS, brand i kök

Denna bilaga redogör för de förenklingar som gjorts i FDS och vilka resultat som erhållits för brandscenario 2 – Brand i kök

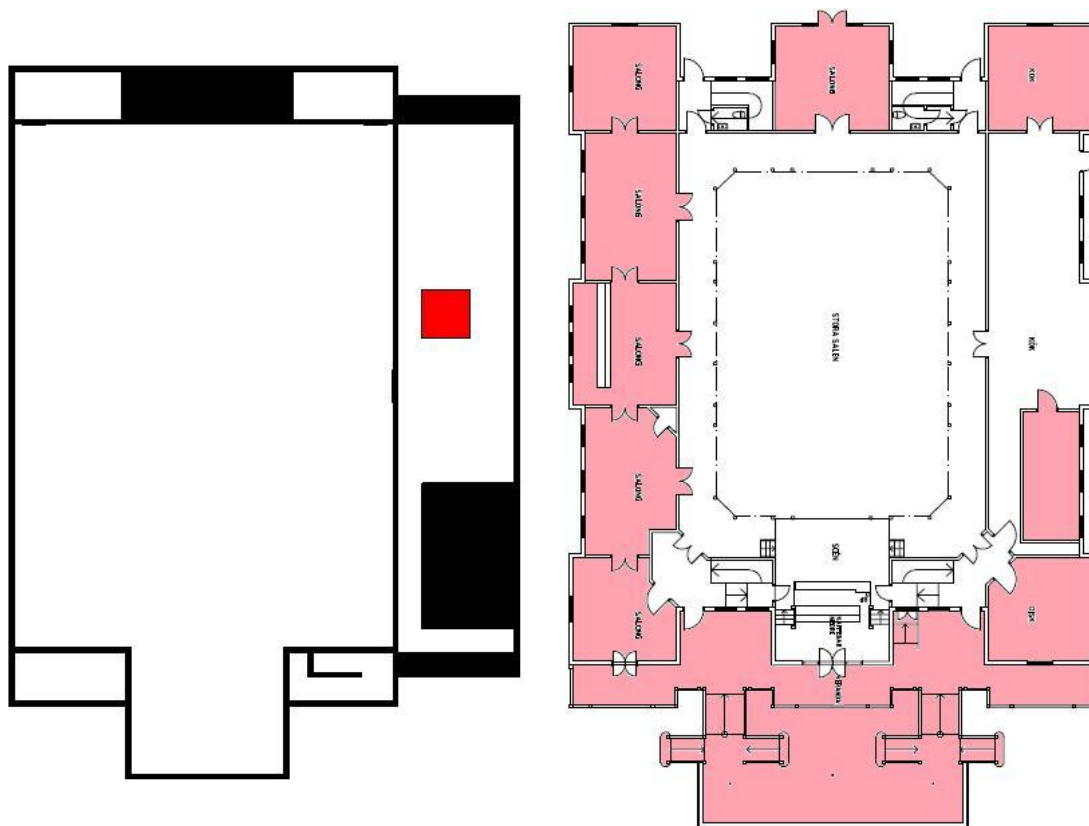
För att simulera brandförloppet användes FDS. Beskrivning av programmet finns i bilaga A. Exempel på en inputfil finns i bilaga N.

D.1. Förenklingar

Förenklingar har gjorts både gällande geometrin och gällande branden. Dessa beskrivs i avsnitt D.1.1 och D.1.2.

D.1.1 Geometri

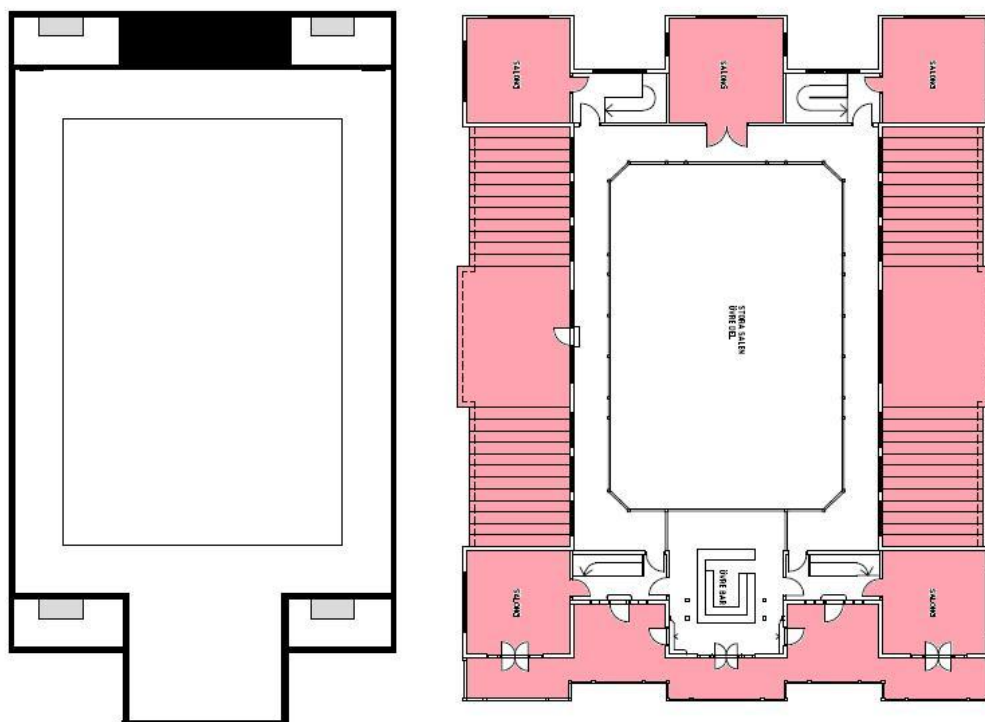
Även i detta scenario har geometrin varit tvungen att justeras för att korta ner simuleringstid och passa programmets begränsningar. Figur D.1 och D.2 nedan visar planritningarna jämfört med den geometri som matats in i FDS. De skuggade områdena i planritningarna är områden som uteslutits från simuleringarna. Detta för att dörrarna antas vara stängda i scenariot och att brandgasspridningen dit med stor sannolikhet kommer vara mycket begränsad.



Figur D.1. Jämförelse mellan geometrin på plan 1 använd i FDS och den verkliga geometrin. Den skuggade markeringen i den verkliga geometrin har uteslutits i FDS.

På plan 1 har, liksom i källarscenariot, salongerna försumrats då brandgasspridning till dessa först kommer ske då brandgaser fyllt upp övriga delar av lokalen. Kvadraten i mitten av köksdelen i den vänstra bilden i figur D.1 representerar brandkällan som använts. De fyra fönster som syns i planritningen i figur D.1 har antagits gå sönder efter en viss tid i

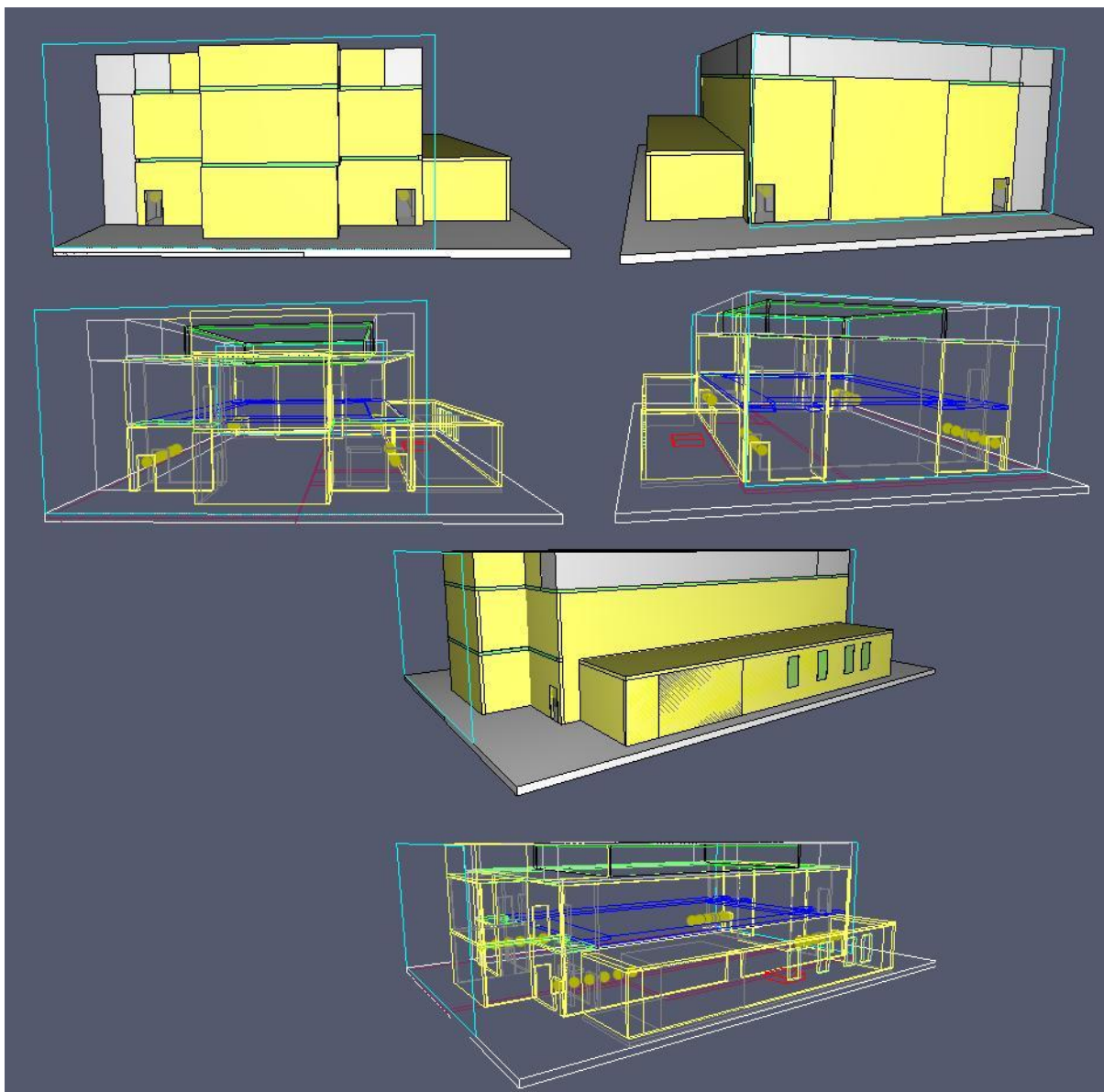
simuleringarna. Tiden till detta antas ligga mellan 130 och 170 sekunder beroende på brandens effekt och fönstrens placering. Det är då temperaturen vid fönstren når cirka 300 °C.



Figur D.2. Jämförelse mellan geometri på plan 2 använd i FDS och den verkliga geometrin. Den skuggade markeringen i den verkliga geometrin har uteslutits i FDS.

Även på plan 2 har salongerna försumrats. Detta på grund av att dessa antas vara stängda under den pågående verksamheten som scenariot ska återspegla. Observera att källarplanet helt bortsetts från i detta scenario eftersom det inte sker någon brandgasspridning dit.

Den tredimensionella modellen av objektet visas i figur D.3. Där visas både solida väggar och genomskärningsbilder. Den röda kvadraten som representerar branden kan skimtas i mitten av köket i genomskärningsbilderna. Även fönstren som efter en viss tid går sönder syns på den nedre av de tre bilderna i figur D.3.

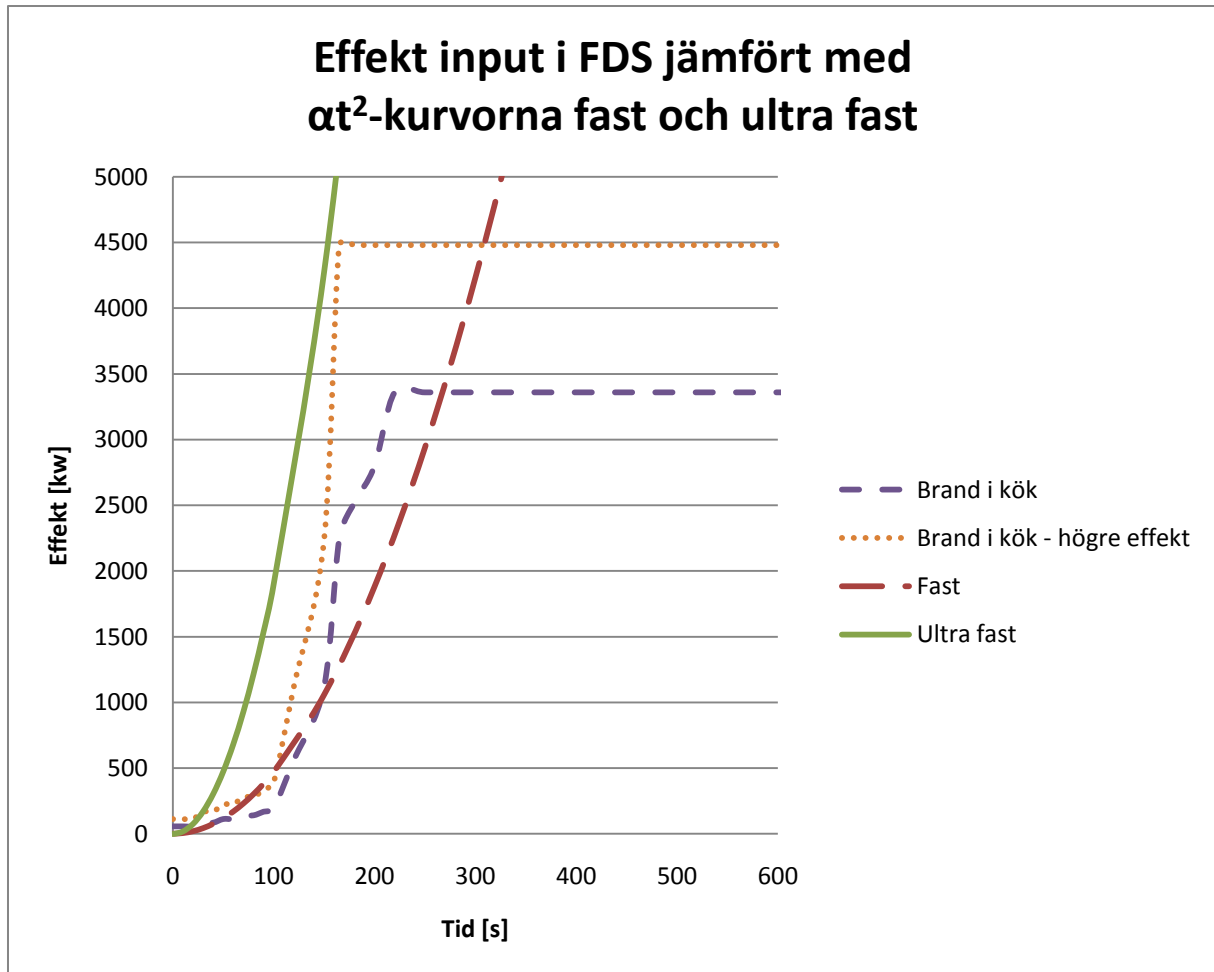


Figur D.3. Geometrin i FDS. En solid och en genomskärning för olika vinklar.

D.1.2 Branden

De olika bränderna som simulerats har antagits följa effektutvecklingskurvorna i figur D.4. Anledningen till att just dessa kurvor valts förklaras i avsnitt 9.3. På grund av den låga konsekvensen för detta scenario har simuleringar för de olika åtgärdsförslagen koncentrerats på källarscenariot. Det som antagits brinna är delvis plast och annat som kan tänkas finnas i ett kök. Detta har gestaltats genom att ta ungefär samma material som i källarscenariot fast med en något högre sotande andel.

Inte heller i detta scenario har en flamspridningsmodell använts utan brandens bas har stått på samma ställe under hela brandförloppet.



Figur D.4. Effektinput i FDS jämfört med αt^2 -kurvorna fast och ultrafast.

D.2. Tolkning av resultat

När resultaten från FDS ska tolkas kan inte riktigt de vanliga definitionerna för kritiska förhållanden användas på grund av fler orsaker. Till att börja med bildas inget uniformt brandgaslager i byggnaden vilket gör att höjden på ett sådant blir svårt att bestämma. Vidare kan sikten i lokalen variera i olika delar av byggnaden och det kan därför vara kritiska förhållanden vid en utrymningsväg samtidigt som det inte är det på ett annat ställe i samma plan, ett exempel på detta visas i figur C.6.

Sikten kan även vara svår att bedöma eftersom nödbelysning saknas i lokalen. Detta skulle kunna innebära en avsevärd försämring av sikten så fort brandgaserna täcker det vanliga lyset i lokalen.

Temperatur och toxicitet visar sig spela en mindre viktig roll än just sikt i simuleringarna som gjorts över Societetshuset, se tabell D.1. På grund av detta bedöms de kritiska förhållandena i lokalen främst efter sikten i trapphus och utgångar.

D.3. Resultat

I köksscenarioet har tre olika händelseförlopp simulerats:

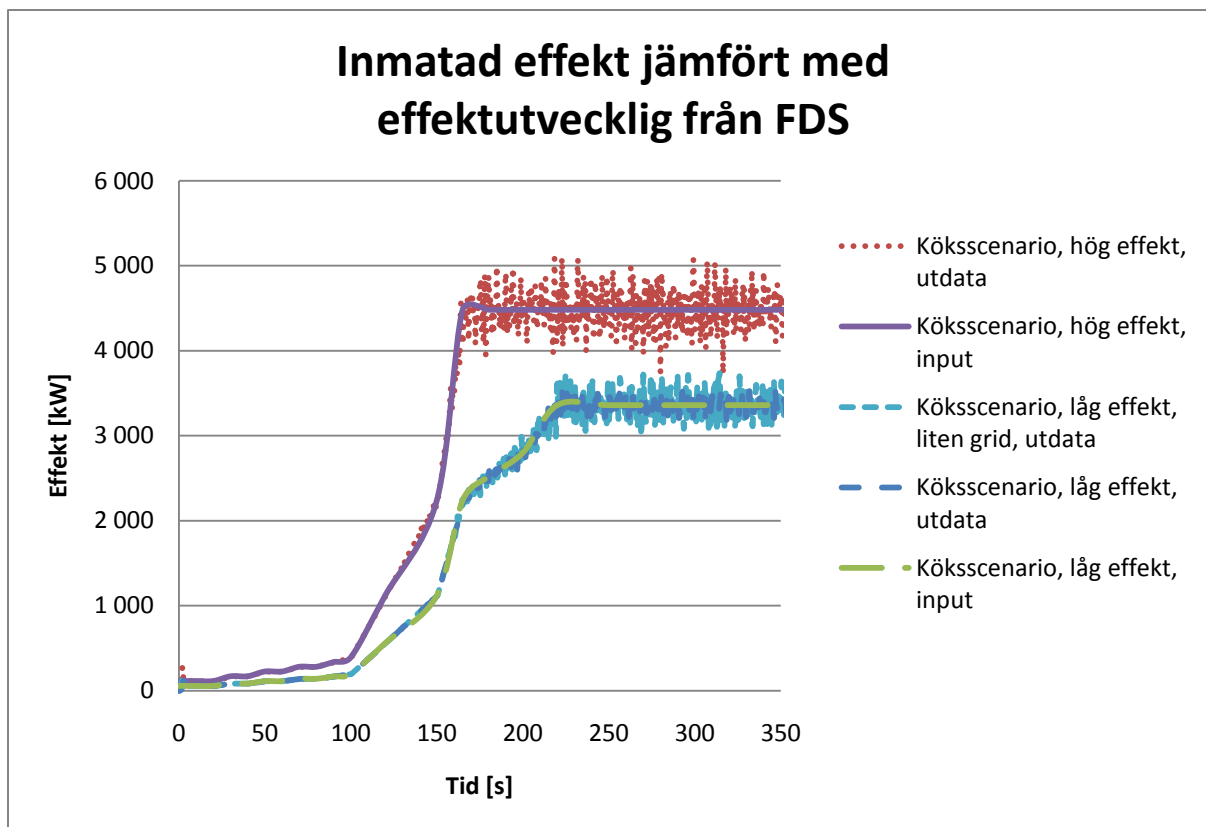
- Köksdörr öppen, låg effekt och stor grid.
- Köksdörr öppen, låg effekt och liten grid
- Köksdörr öppen, hög effekt och stor grid.

Resultaten, med avseende på kritiska förhållanden, redovisas i tabell D.1.

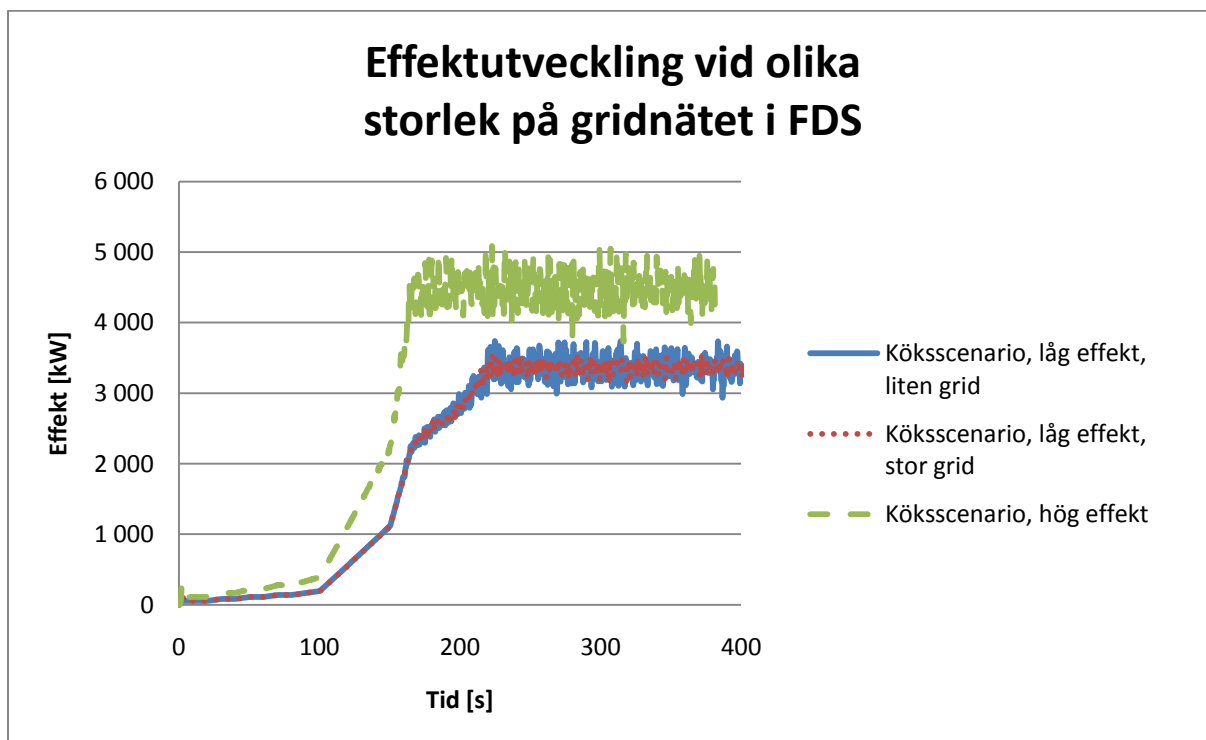
Tabell D.1. Sammanställning av tiderna till de kritiska förhållandena för de olika scenariorna.

Scenario	Plats	Plan	Tid till kritiska förhållanden [s]		
			Sikt	Temperatur	CO2
Kök - stor grid	långsidan mot SV	Plan 2	310	>523	>523
	långsidan mot NO	Plan 2	>523	>523	>523
	långsidan mot SV	Plan 1	>523	>523	>523
	långsidan mot NO	Plan 1	>523	>523	>523
Kök - liten grid	långsidan mot SV	Plan 2	350	>400	>400
	långsidan mot NO	Plan 2	>400	>400	>400
	långsidan mot SV	Plan 1	>400	>400	>400
	långsidan mot NO	Plan 1	>400	>400	>400
Kök - hög effekt	långsidan mot SV (köket)	Plan 2	210	>381	>381
	långsidan mot NO (salongerna)	Plan 2	360	>381	>381
	långsidan mot SV	Plan 1	>381	>381	>381
	långsidan mot NO	Plan 1	>381	>381	>381

En jämförelse mellan inmatad effekt och effektutvecklingen från FDS visas i figur D.5. Denna stämmer i fallet med hög och låg effekt (stor grid) väl överens med inmatad effekt. Figur D.6. visar att simuleringen med liten grid följer den med stor grid vilket pekar på att simuleringarna som gjorts är "gridoberoende". Med detta menas att samma resultat skulle erhållas om samtliga simuleringar gjordes med fler celler.



Figur D.5. Inmatad effekt jämfört med effektutveckling från FDS.



Figur D.6. Effektutveckling vid olika storlek på gridnätet enligt FDS.

Bilaga E - Simulering med Detact QS

Denna bilaga visar indata samt resultat från programmet Detact QS.

Tiderna tills värmedetektorerna i Societetshuset aktiveras i de olika scenarierna redovisas i denna bilaga. Även tider tills eventuella sprinkler och rökdetektorer aktiveras redovisas. Teori om programmet finns i bilaga A. I beräkningarna antas sprinklerna ha en aktiveringstemperatur på 68 °C och ett RTI på 150 (ms)^{0.5} och 50 (ms)^{0.5}. Värmedetektorn i källarförrådet antas vara en maximalvärmedetektor med en aktiveringstemperatur på 58 °C. Värmedetektorn i köket antas också vara en maximalvärmedetektor men med en aktiveringstemperatur på 150 °C. Bägge värmedetektorerna antas ha ett väldigt lågt RTI, uppskattningsvis runt 10 (ms)^{0.5}. För att bestämma aktiveringstiden för en rökdetektor kan brandgasernas temperatur användas eftersom det finns ett samband mellan partikelstorlek och gastemperatur (Nilsson & Holmstedt, 2008). I modellen antas detektorn aktivera då temperaturen höjts ett visst antal grader över omgivningstemperaturen. I många normer, regler och handböcker föreslås värden på temperaturhöjningen mellan 10 °C och 20 °C. Undersökningar som genomförts på senare tid visar dock att det för nyare detektorer är mer lämpligt att använda en temperaturökning på 4 till 5 °C vid beräkning av aktiveringstiden (Nilsson & Holmstedt, 2008). I beräkningen i Detact QS antas en eventuell rökdetektor ha ett RTI värde på 10 (ms)^{0.5} och en aktiveringstemperatur på 25 °C eftersom det är installation av nya rökdetektorer som är aktuellt.

E.1. Värmedetektor i källaren

Simulering i programmet Detact QS visar att det tar 32 sekunder innan värmedetektorn i källaren reagerar i scenario 1-Brand i källaren, se figur E.1.

```

ANALYZE SAME FIRE WITH DIFFERENT DETECTOR <Y OR N> ? Y
CHANGE RTI VALUE <Y OR N> ? Y
NEW VALUE = ? 20
CHANGE ACTUATION TEMPERATURE <Y OR N> ? Y
NEW VALUE = ? 135
CHANGE FUEL TO CEILING HEIGHT <Y OR N> ? N
CHANGE RADIUS OF DETECTOR FROM FIRE AXIS <Y OR N> ? N
CHANGE PRINTOUT INTERVAL <Y OR N> ? N

CEILING HEIGHT= 2.01168 m      6.6 ft
RADIUS= 1.3716 m      4.5 ft
DET ACT TEMP= 57.22222 C      135 F
RTI= 11.0418 (m*s)^(1/2)      20 (ft*s)^(1/2)

  TIME      FIRE  GAS TEMP  DET TEMP  GAS TEMP  DET TEMP
  sec      kW    C          C          F          F
  0.0      56.0  20.0      20.0      68.0      68.0
  10.0     56.0  51.7      37.3      125.1     99.1
  20.0     56.0  51.7      45.4      125.1     113.7
  30.0    112.0  68.6      54.6      155.6     130.2

  **** DETECTOR ACTUATION AT 32.0 SECONDS ****

TYPE A CARRIAGE RETURN TO CONTINUE?

```

Figur E.1. Indata och resultat från Detact QS som motsvarar reaktionstiden för värmedetektorn i källaren.

E.2. Värmedetektor i köket

Simulering i programmet Detact QS visar att det tar 156 sekunder innan värmedetektorn i köket reagerar i scenario 2-Brand i kök se figur E.2.

```

CEILING HEIGHT= 3.10896 m    10.2 ft
RADIUS= 1.8288 m    6 ft
DET ACT TEMP= 150 C    302 F
RTI= 5.5209 (m*s)^(1/2)    10 (ft*s)^(1/2)

TIME    FIRE    GAS TEMP    DET TEMP    GAS TEMP    DET TEMP
sec     kW         C           C           F           F
0.0     0.0        20.0       20.0       68.0       68.0
10.0    56.0       35.8       28.1       96.4       82.6
20.0    56.0       36.9       35.2       98.5       95.4
30.0    84.0       41.7       39.0       107.1      102.2
40.0    84.0       42.2       41.6       107.9      106.9
50.0    112.0      46.4       44.3       115.6      111.7
60.0    112.0      46.9       46.5       116.4      115.6
70.0    140.0      50.8       48.9       123.4      119.9
80.0    154.0      53.0       51.8       127.5      125.3
90.0    168.0      55.0       54.0       131.1      129.2
100.0   196.0      58.7       56.9       137.6      134.4
110.0   378.0      78.5       70.0       173.4      158.0
120.0   560.0      96.9       89.2       206.4      192.5
130.0   746.7     113.6     106.9     236.6     224.4
140.0   933.3     129.0     123.1     264.3     253.6
150.0  1120.0     143.4     138.0     290.1     280.5

*** DETECTOR ACTUATION AT 154.6 SECONDS ***
TYPE A CARRIAGE RETURN TO CONTINUE? -

```

Figur E.2. Resultatet från Detact QS som motsvarar reaktionstiden för värmedetektorn i köket.

E.3. Sprinkler i källaren

Simulering i programmet Detact QS visar att det tar 85 sekunder innan en sprinkler med RTI 50 reagerar i källaren för scenario 1 – Brand i förråd, se figur E.3.

```

TYPE A CARRIAGE RETURN TO CONTINUE? A
ANALYZE SAME FIRE WITH DIFFERENT DETECTOR <Y OR N> ? Y
CHANGE RTI VALUE <Y OR N> ? Y
NEW VALUE = ? 100
CHANGE ACTUATION TEMPERATURE <Y OR N> ? N
CHANGE FUEL TO CEILING HEIGHT <Y OR N> ? N
CHANGE RADIUS OF DETECTOR FROM FIRE AXIS <Y OR N> ? N
CHANGE PRINTOUT INTERVAL <Y OR N> ? N

CEILING HEIGHT= 2.01168 m    6.6 ft
RADIUS= 1.3716 m    4.5 ft
DET ACT TEMP= 67.77778 C    154 F
RTI= 55.209 (m*s)^(1/2)    100 (ft*s)^(1/2)

TIME    FIRE    GAS TEMP    DET TEMP    GAS TEMP    DET TEMP
sec     kW         C           C           F           F
0.0     56.0       20.0       20.0       68.0       68.0
10.0    56.0       51.7       24.6       125.1      76.3
20.0    56.0       51.7       28.7       125.1      83.7
30.0    112.0      68.6       33.8       155.6      92.8
40.0    112.0      70.3       40.0       158.6      103.9
50.0    112.0      70.3       45.1       158.6      113.2
60.0    168.0      84.5       50.7       184.1      123.3
70.0    168.0      86.0       57.0       186.7      134.7
80.0    224.0      98.6       63.5       209.4      146.3

*** DETECTOR ACTUATION AT 84.8 SECONDS ***
TYPE A CARRIAGE RETURN TO CONTINUE? -

```

Figur E.3. Resultatet från Detact QS som motsvarar reaktionstiden för sprinkler med RTI 50 i källaren.

Simulering i programmet Detact QS visar att det tar 105 sekunder innan en sprinkler med RTI 150 reagerar i källaren för scenario 1 – Brand i förråd, se figur E.4.

```

TYPE A CARRIAGE RETURN TO CONTINUE? a
ANALYZE SAME FIRE WITH DIFFERENT DETECTOR <Y OR N> ? Y
CHANGE RTI UALUE <Y OR N> ? Y
NEW UALUE = ? 300
CHANGE ACTUATION TEMPERATURE <Y OR N> ? N
CHANGE FUEL TO CEILING HEIGHT <Y OR N> ? N
CHANGE RADIUS OF DETECTOR FROM FIRE AXIS <Y OR N> ? N
CHANGE PRINTOUT INTERVAL <Y OR N> ? N

CEILING HEIGHT= 2.01168 m      6.6 ft
RADIUS= 1.3716 m      4.5 ft
DET ACT TEMP= 67.77778 C      154 F
RTI= 165.627 (m*s)^(1/2)      300 (ft*s)^(1/2)

      TIME      FIRE  GAS TEMP  DET TEMP  GAS TEMP  DET TEMP
      sec      kW    C         C         F         F
0.0      56.0    20.0     20.0     68.0     68.0
10.0     56.0    51.7     21.6     125.1    70.9
20.0     56.0    51.7     23.2     125.1    73.8
30.0     112.0    68.6     25.3     155.6    77.6
40.0     112.0    70.3     28.0     158.6    82.4
50.0     112.0    70.3     30.6     158.6    87.0
60.0     168.0    84.5     33.4     184.1    92.2
70.0     168.0    86.0     36.8     186.7    98.2
80.0     224.0    98.6     40.4     209.4   104.7
90.0     448.0   142.6    46.1     288.6   115.0
100.0    1120.0   244.2    58.1     471.6   136.6

      ***** DETECTOR ACTUATION AT 105.4 SECONDS *****
TYPE A CARRIAGE RETURN TO CONTINUE?

```

Figur E.4. Resultatet från Detact QS som motsvarar reaktionstiden för sprinkler med RTI ~150 i källaren.

E.4 Rökdetektor i källaren

Simulering i programmet Detact QS visar att det tar runt 2,4 sekunder innan en rökdetektor reagerar i källaren för scenario 1 – Brand i förråd, se figur E.5.

```

      HEAT RELEASE <kW>? 112

6 ..    TIME <SEC>      ? 40
      HEAT RELEASE <kW>? 112

7 ..    TIME <SEC>      ? -1

SEND OUTPUT TO PRINTER <Y OR N> ? N

CEILING HEIGHT= 2.01168 m      6.6 ft
RADIUS= 1.3716 m      4.5 ft
DET ACT TEMP= 25 C      77 F
RTI= 9.93762 (m*s)^(1/2)      18 (ft*s)^(1/2)

      TIME      FIRE  GAS TEMP  DET TEMP  GAS TEMP  DET TEMP
      sec      kW    C         C         F         F
0.0      56.0    20.0     20.0     68.0     68.0

      ***** DETECTOR ACTUATION AT 2.4 SECONDS *****
TYPE A CARRIAGE RETURN TO CONTINUE?

```

Figur E.5. Resultatet från Detact QS som motsvarar reaktionstiden för en rökdetektor i källaren.

Bilaga F - Simulering med CFAST

Denna bilaga beskriver acceptanskriterier för CFAST och det resultat som programmet gett.

F.1. Acceptanskriterier

För att simuleringar i CFAST ska vara giltiga ska förhållandet mellan L/W (längden/bredden) helst inte överstiga 3 och absolut inte överstiga 5. L/H (längden/höjden) ska helst ligga mellan 3 och 4 och får inte överstiga 6. För effektutvecklingen gäller att $Q > 5 \cdot L \cdot W \cdot H^{0,5}$. Acceptanskriterier för köket i Societetshuset presenteras i tabell F.1.

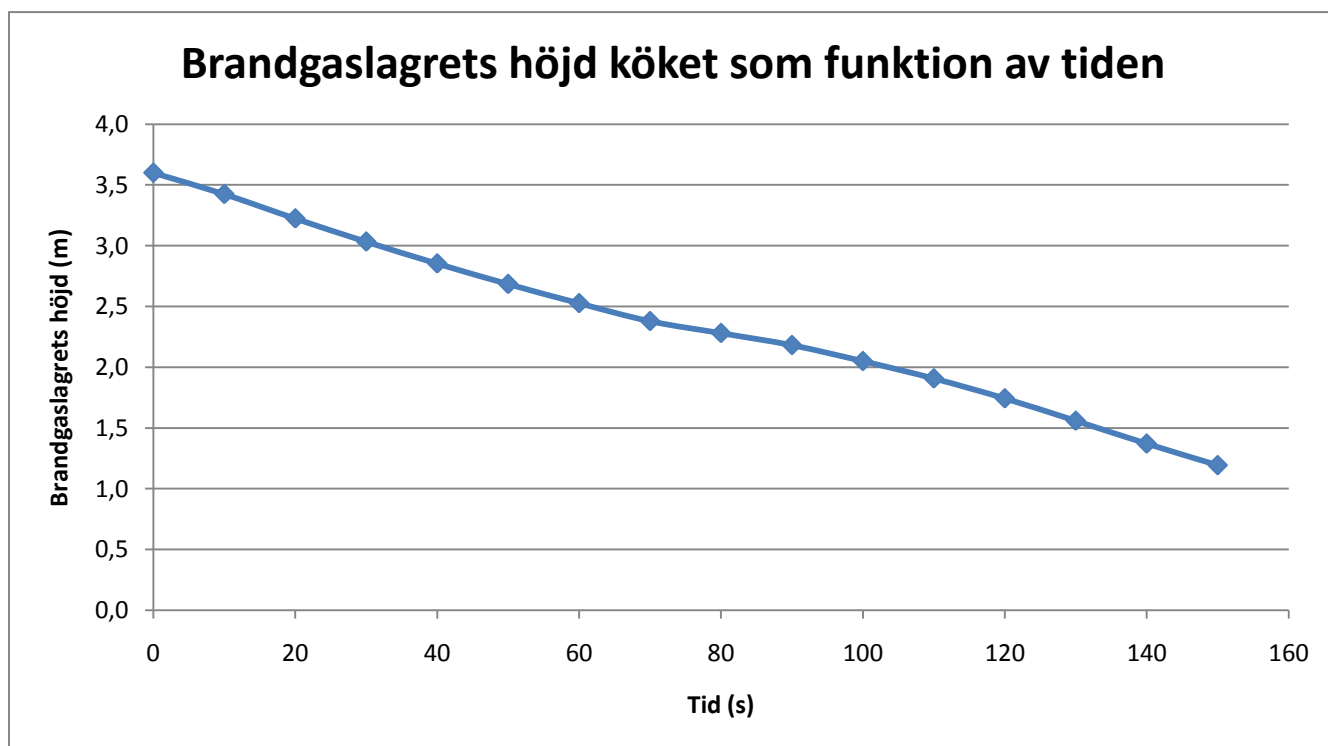
Tabell F.1. Acceptanskriterier för Societetshuset.

	Acceptansnivå	Societetshuset	Kommentar
L/W	<3 (<5)	21,4/6=3,6	Okej
L/H	3-4 (<6)	21,4/3,6=5,9	Okej
Q	$> 5 \cdot L \cdot W \cdot H^{0,5}$	$5 \cdot 21,4 \cdot 6 \cdot 3,6^{0,5} = 1218$ Q=3300	Okej

Kökets geometri är alltså i gränsfallet, men kan ändå anses acceptabel.

F.2. Resultat

Efter simulering i CFAST för scenario 2- Brand i kök kunde brandgaslagrets höjd i köket avläsas. Resultatet presenteras i figur F.1.



Figur F.1. Resultat från CFAST. Brandgaslagrets höjd i köket som funktion av tiden.

Bilaga G – Handberäkningar

Denna bilaga redovisas de handberäkningar som gjorts i rapporten.

G.1. Strålning från brandgaslagret i stora salen

Infallande strålning mot personer som befinner sig på golvet, plan 1, beräknas med ekvation G.1.

$$\dot{q}'' = \emptyset \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (\text{Drysdale, 1998}) \quad \text{Ekvation G.1}$$

$\varepsilon = 1$ eftersom brandgaslagret antas stråla som en svartkropp.

$\emptyset \cong 1$ eftersom brandgaslagret uppskattas täcka hela takytan. Detta ger ett konservativt värde på strålningen.

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4}$$

G.1.1. Scenario 1-Brand i förråd

Resultat av temperaturen i brandgaslagret från FDS presenteras i tabell G.1.

Tabell G.1. Temperatur i brandgaslagret.

Tid [s]	Temperatur [°C]	Temperatur [K]
300	50	323
600	100	373

Tabell G.2 redovisar värden för strålningen efter respektive tid.

Tabell G.2. Strålning från brandgaslagret.

Tid [s]	Strålning [kW/m ²]
300	0,6
600	1,1

G.1.2. Scenario 2-Brand i kök

Enligt simuleringar i FDS fås följande temperatur i brandgaslagret i stora salen vid respektive tid vid de olika effekttutvecklingarna, låg och hög, se tabell G.3.

Tabell G.3. Temperatur i brandgaslagret vid låg effekt (3,3 MW) respektive hög effekt (4,5 MW).

Tid [s]	Temperatur [°C]	Temperatur [K]
300	22	295
600	23	296

Tid [s]	Temperatur [°C]	Temperatur [K]
360	23	296
300	24	297

I tabell G.4 redovisas värden för strålningen vid de olika effekterna, låg och hög, efter respektive tid.

Tabell G.4. Strålning från brandgaslagret vid låg effekt (3,3 MW) respektive hög effekt (4,5 MW).

Tid [s]	Strålning [kW/m ²]
300	0,43
600	0,44

Tid [s]	Strålning [kW/m ²]
300	0,44
360	0,44

Brandgaslagret i köket har efter 60 sekunder kommit upp i cirka 45 °C enligt simuleringen i FDS. Detta ger en strålning på:

$$\dot{q}'' = 1 \cdot 1 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (273 + 45)^4 = 0,58 \text{ kW/m}^2$$

G.2. Strålning från flamman

Enligt *An Introduction to Fire Dynamics* (Drysdale, 1998) utgörs cirka 35 % av flammans effektutveckling av strålning. Vid vidare beräkning av strålningen från en flamma görs antagandet att hälften av strålningen strålar åt ena hållet och hälften åt andra hållet. För att beräkna strålningsintensiteten per kvadratmeter från flamman används ekvation G.2.

$$\dot{q}'' = \frac{0,35 \cdot 0,5 \cdot \dot{Q}}{A_f} \quad \text{Ekvation G.2}$$

där \dot{Q} är flammans effektutveckling och A_f är flammans area sett från objektet.

Efter en halv minut är effektutveckling enligt FDS 84 kW och efter en minut 112 kW. Motsvarande storlek på flamman beräknas med Heskestads flamhöjdsmodell, ekvation G.3.

$$L = 0,235 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02 \cdot D \quad \text{Ekvation G.3}$$

Arean på brandhärden antas vara $2 \cdot 2 \text{ m}^2$ (samma som antagen area på brandhärden i FDS)

vilket ger en motsvarande diameter på $\sqrt{\frac{4}{\pi}} = 1,28 \text{ m}$

Detta ger följande värden på flamhöjden:

$$L_{30} = 0,235 \cdot 84^{2/5} - 1,02 \cdot 1,28 = 0,1$$

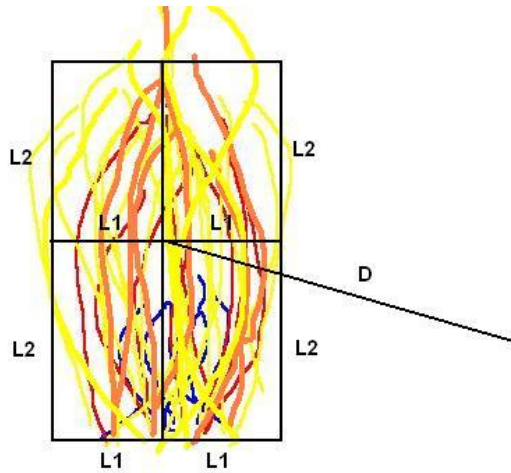
$$L_{60} = 0,235 \cdot 112^{2/5} - 1,02 \cdot 1,28 = 0,2$$

Vilket ger följande värden på strålningen:

$$\dot{q}''_{30} = \frac{0,35 \cdot 0,5 \cdot 84}{(2 \cdot 0,1)} = 73,5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$$\dot{q}''_{60} = \frac{0,35 \cdot 0,5 \cdot 112}{(2 \cdot 0,2)} = 49,0 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

För att ta reda på hur mycket strålning som träffar en person på två meters avstånd från flamman multipliceras den utsända strålningsintensiteten med synfaktorn. Synfaktorn är ett mått på hur stor del av den utsända strålningen som träffar en mottagande yta. Synfaktorn kan beräknas på olika sätt, här används "platta till punkt metoden". För att sedan beräkna strålningen från mittpunkten av flamman delas denna upp i fyra lika stora delar. Synfaktorn beräknas för varje del och adderas sedan ihop. Flamman antas vara rektangulär med sidorna 2 och 0,1 respektive 0,2 meter. Personen antas stå 2 meter från flamman eftersom det är ett rimligt avstånd från vilket en person kan tänkas släcka en brand med en handbrandsläckare.



Figur G.1. Schematisk bild över de mått som används för att beräkna synfaktorn.

$$S_{30} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

$$S_{60} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{0,1}{1} = 0,1$$

$$\alpha_{30} = \frac{L_1 \cdot L_2}{D^2} = \frac{1 \cdot 0,05}{2^2} = 0,0125$$

$$\alpha_{60} = \frac{L_1 \cdot L_2}{D^2} = \frac{1 \cdot 0,1}{2^2} = 0,25$$

Enligt interpolering i tabell 2.7 i *An Introduction to Fire Dynamics* (Drysdale, 1998) blir värdet för synfaktorn därmed

$$\phi_{30} = 0,00375 \cdot 4 = 0,015$$

$$\phi_{60} = 0,007 \cdot 4 = 0,028$$

Detta ger en infallande strålning mot en person på

$$\dot{q}''_{in,30} = 73,5 \cdot 0,015 = 1,1 \text{ kW/m}^2$$

$$\dot{q}''_{in,60} = 49,0 \cdot 0,028 = 1,4 \text{ kW/m}^2$$

G.3. BLEVE-beräkning

Om antändning av ett gasmoln sker kan ett eldklot bildas. Detta antas från början ha en halvsfärisk form vid marken som så småningom lättar och stiger upp i luften varvid formen blir mer eller mindre sfärisk. Egenskaperna för sådana här eldklot har undersökts både teoretiskt och experimentellt, särskilt i modellskala. Olika författare presenterar olika samband mellan eldklotets diameter och massa hos bränslet. I FOA-handboken rekommenderas ekvation G.4 och G.5 för att beräkna storleken och varaktigheten av ett eldklot (Fischer, o.a., 1998).

$$D_E = 6,5 \cdot M^{1/3} \quad \text{Ekvation G.4}$$

$$t_E = 0,85 \cdot M^{0,26} \quad \text{Ekvation G.5}$$

D_E är eldklotets diameter i meter, M är massan i kilogram och t_E är eldklotets varaktighet i sekunder.

Då massan antas vara 11 kg blir eldklotets storlek uppskattningsvis 14 meter i diameter och dess varaktighet 1,6 sekunder.

G.4. Brandgaslagrets höjd

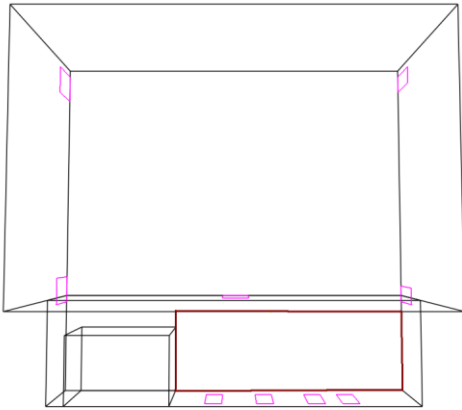
För att beräkna tiden tills brandgaslagret i köket når dörrkarmen (2 meter över golvet) och börjar läcka ut till stora salen används Heskestads korrelation för brandgasfyllnad (NFPA, 2009). Antaganden och kriterier för att kunna använda denna korrelation listas nedan:

- Lådformade lokaler.
- $A/H^2 = 0,9-14$.
- $z/H \geq 0,2$.
- z är första indikationen på rök, vilket är ett konservativt antagande.
- Brand i mitten av rummet.
- Baserat på experiment.

Korrelationen för beräkning av brandgaslagrets höjd över golvet för α^2 – brand visas i ekvation G.4.

$$\frac{z}{H} = 0,91 \cdot \left(\frac{t}{t_g^{2/5} \cdot H^{4/5} \cdot (A/H^2)^{3/5}} \right)^{-1,45} \quad \text{Ekvation G.4}$$

Vid beräkningen antas branden följa en α^2 -kurva med α värdet $0,02 \text{ kW/s}^2$ (fast) vilket stämmer överens med de första 100 sekunderna av brandförloppet, se figur D.4. Arean av köket antas vara det rödmarkerade området i figur G.2. Den verkliga arean av köket är något större vilket gör detta antagande konservativt, det vill säga rökfyllnaden av köket kommer gå något långsammare i verkligheten.



Figur G.2. Bild från CFAST över köket och stora salen, uppifrån. Det rödmarkerade området är den area som handberäkningar utförts på.

Med en takhöjd i köket på 3,6 meter och en area på 70 m² blir den beräknade tiden tills brandgaslagret når dörrkarmen och börja läcka ut till stora salen 93 sekunder. Rummet uppfyller kriterierna för korrelationen eftersom:

- $A/H^2 = 70/3,6^2 = 5,4$
- $z/H = 2/3,6 = 0,56$

G.5. Passagemått

Den totala bredden av samtliga utrymningsvägar ska vara minst 1,0 meter per 150 personer. Detta ger ett minsta tillåtna passage mått vid 660 personer enligt *Brandskyddshandboken* (Brandteknik, 2005):

$$\text{Minsta tillåtna passagemått} = \frac{1}{150} \cdot \text{antal personer}$$

$$\text{Minsta tillåtna passagemått} = \frac{1}{150} \cdot 660 = 4,4 \text{ meter}$$

G.6. Kritisk höjd för brandgaslagret

Den kritiska höjden för brandgaslagret beräknas enligt följande (Brandteknik, 2005):

$$\text{Brandgaslagrets höjd} = 0,1 \cdot H + 1,6$$

$$\text{Brandgaslagrets höjd på plan 1} = 0,1 \cdot 10 + 1,6 = 2,6 \text{ meter}$$

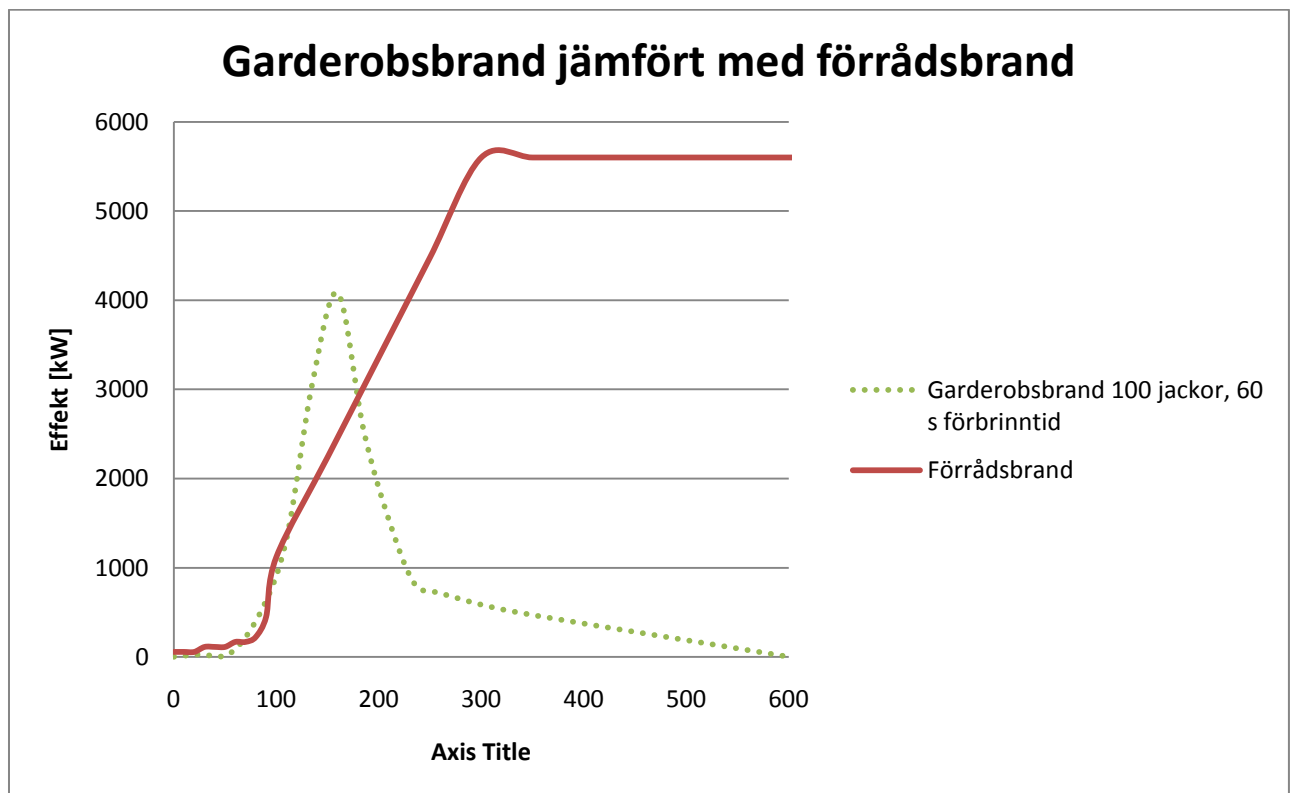
$$\text{Brandgaslagrets höjd på plan 2} = 0,1 \cdot 6 + 1,6 = 2,2 \text{ meter}$$

Bilaga H – Garderobsbrand

Denna bilaga redovisar varför en förrådsbrand valdes istället för en garderobsbrand.

Den stora anledningen till att en förrådsbrand valdes över garderobsbrand till scenario 1 var att förrådsbranden antogs bli större än garderobsbranden på grund av mängden och tjockleken på jackorna i garderoben. Detta eftersom att Societetshuset endast har verksamhet under sommaren då väldigt få och lätta jackor kan förväntas förvaras i garderoben. Eftersom jackorna är tunnare anses de inte vara lika lättantändliga och dessutom ge en lägre generell effekt än vinterjackor. Tyvärr hittades inga försök som gjorts på tunnare jackor utan de som gjorts är på tjockare jackor.

I figur H.1 visas en jämförelse mellan effektutvecklingen som använts i scenario 1 jämfört med ett försök som gjorts på 105 jackor i en garderob (Johansson, B., 2004). I försöket antändes jackorna med en öppen låga vilket inte är troligt i verkligheten. Istället har en förbrinntid tilldelats jackorna på 60 sekunder för att simulera att någon till exempel glömt en glödande cigarett i jackfickan.



Figur H.1. Garderobsbrand jämfört med förrådsbrand.

Som jämförelsen visar är skillnaderna på effektutvecklingskurvorna inte chockerande stora. Det är dock en skillnad i början av brandförloppet då jackorna har en oerhört snabb stegring av effektutvecklingen för att sedan avta. Detta beror dock antagligen, som tidigare nämnts, på att det är tunga vinterjackor som använts och inte sådana jackor som kan förväntas finnas i Societetshusets garderob. Däremot växer sig förrådsbranden mycket större än garderobsbranden.

Med basen i ovanstående resonemang anses förrådsbranden som ett lämpligare alternativ för ett brandscenario i Societetshuset.

Bilaga I- Elektriska fel

Denna bilaga ger en mer ingående förklaring av de elfel som kan tänkas starta en brand

De elektriska fel som kan starta en brand är enligt Widlund (Widlund, 2009):

- **Glappkontakt** vilket uppstår när det är dålig kontakt mellan metalldelar i en ledning. Ett sådant fel kan resultera i en ljusbåge eller en gnista som kan ha en temperatur på över 3000 grader. Det kan också bildas ett övergångsmotstånd vid glappkontakten, vilket gör att det blir extra varmt på den platsen.
- **Vagabonderade strömmar** som innebär att strömmen "läcker ut" från den elektriska kretsen till något metallföremål som börjar glöda.
- **Överbelastning** som beror på att för många förbrukare anslutits till en och samma säkring vilket innebär att det går högre ström i en ledning än vad den är avsedd för.
- **Överhettning** som innebär att hela eller delar av den elektriska delen får en temperatur som är över det normala.
- **Överledning** som innebär att det blir ett fel i en krets så att strömmen flyter på ett sätt som den inte är avsedd att göra, och tar alltså en annan väg än vad som är tänkt. En kortslutning är en typ av överledning som innebär att en del av en elektrisk krets förbigås och det uppstår en hastig och extrem strömökning på grund av låg resistans.
- **Överspänning** som innebär att en elektrisk ledare eller utrustning utsätts för högre spänning än vad den är dimensionerad för.

Bilaga J - Regler för kulturminnesmärkta byggnader

Denna bilaga visar vad som står i plan- och bygglagen om kulturmärkta byggnader.

I Plan- och bygglagen (1987:10) finns det bestämmelser över handhållandet av en kulturminnesmärkt byggnad. I kapitel 3 finns följande fyra paragrafer som det i detta arbete tagits hänsyn till vid åtgärdsförslagen för Societetshuset på Marstrand.

1 § Byggnader skall placeras och utformas på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till stads- eller landskapsbilden och till natur- och kulturvärdena på platsen. Byggnader skall ha en yttre form och färg som är estetiskt tilltalande, lämplig för byggnaderna som sådana och som ger en god helhetsverkan. Lag (1998:805).

10 § Ändringar av en byggnad skall utföras varsamt så att byggnadens karaktärsdrag beaktas och dess byggnadstekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden tas till vara. Lag (1998:805).

12 § Byggnader, som är särskilt värdefulla från historisk, kultur- historisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt eller som ingår i ett bebyggelseområde av denna karaktär, får inte förvanskas.

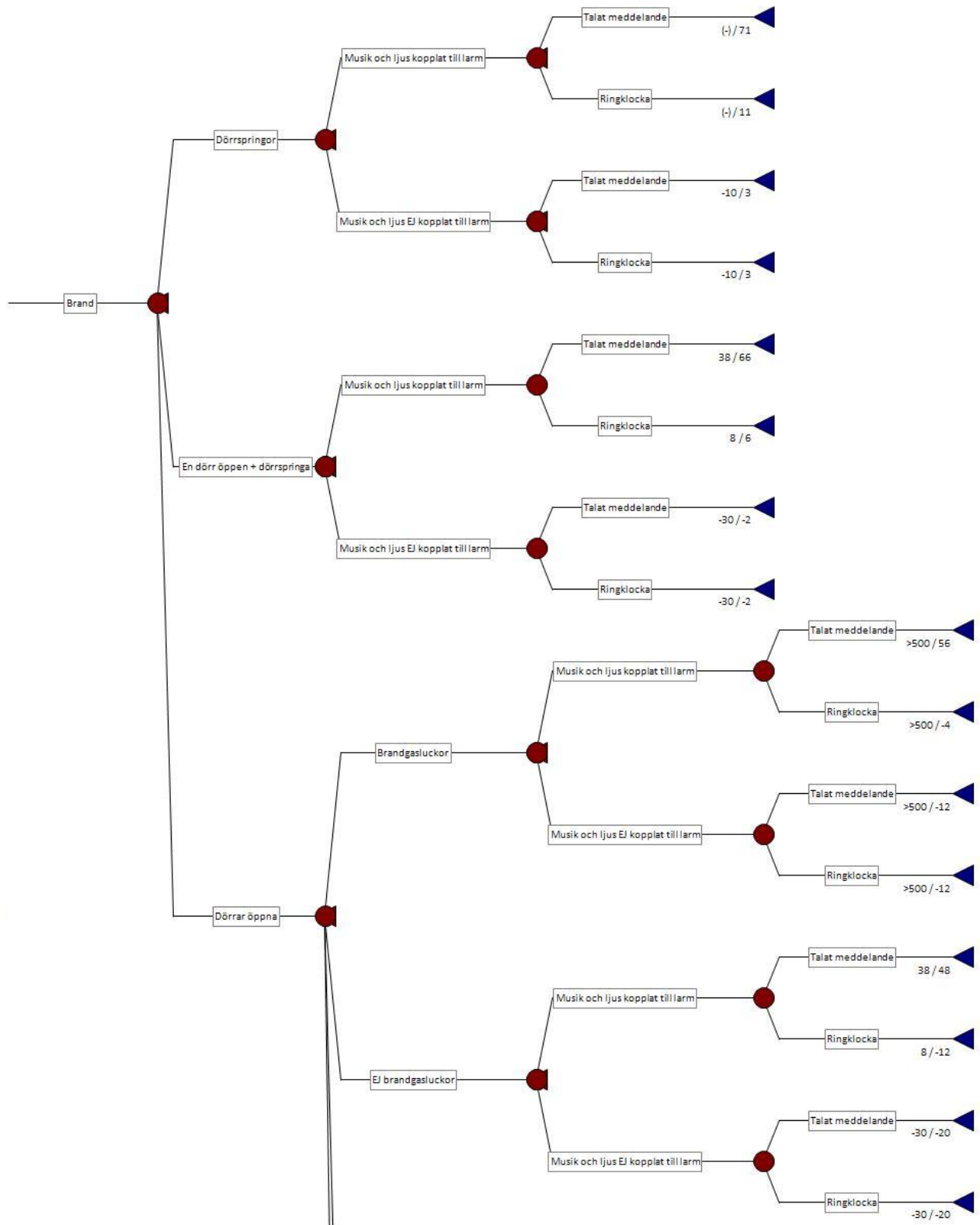
13 § Byggnaders yttre skall hållas i vårdat skick. Underhållet skall anpassas till byggnadens värde från historisk, kulturhistorisk, miljömässig och konstnärlig synpunkt samt till omgivningens karaktär.

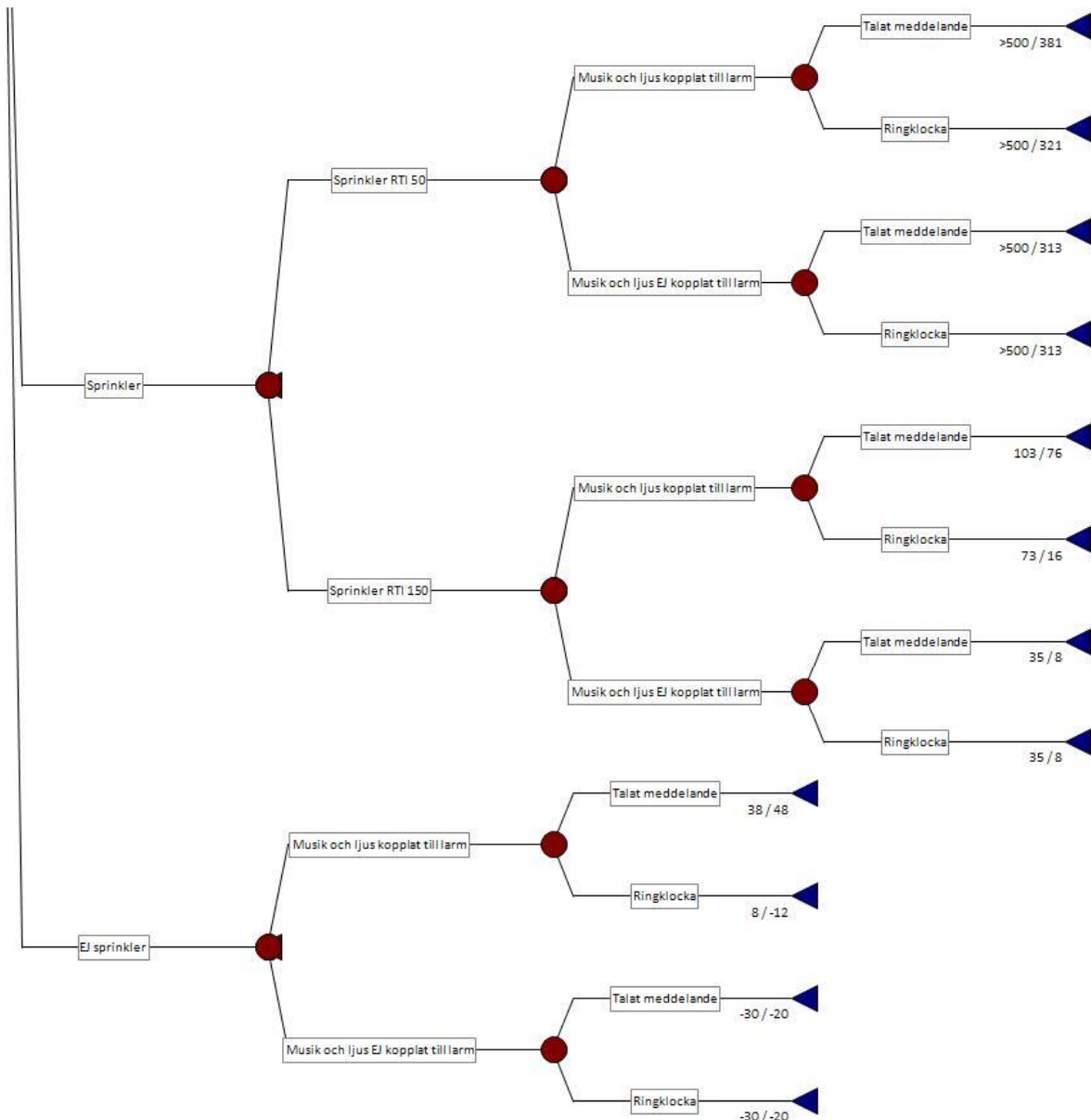
Byggnader som avses i 12 § skall underhållas så att deras särart bevaras. Lag (1994:852).

Bilaga K – Händelsetråd

Denna bilaga visar det händelsetråd som låg till grund för åtgärdsförslagen

Figur K.1 visar det händelsetråd som gjordes som grund för åtgärdsförslagen. Händelsetrådet har gjorts med hjälp av programmet Precision Tree (Palisade Corporation, 2008).





Figur K.1. Händelsetråd över olika åtgärdsförslag.

I figur K.1 redovisas tidsmarginalen för utrymning för plan 1/plan 2. Är tiden negativ betyder det att utrymning inte hinner ske innan de kritiska nivåerna nås. Om > används betyder det att kritiska förhållanden ej uppnåtts under simuleringen i FDS. Tiderna kommer från simuleringar i @Risk.

Bilaga L - Rekommendationer för gasolanläggning

Denna bilaga innehåller rekommendationer för Societetshusets gasolanläggning.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har gett ut ett informationsblad som rör gasolanläggningar för restauranger. Informationsbladet visar ett sätt att uppfylla lagstiftningens krav. Det utesluter inte andra sätt att uppfylla kraven och måste inte följas utan kan mer ses som en rekommendation eller ett förslag (MSB).

L.1. Placering

Gasolflaskorna ska enligt MSB:s informationsblad vara placerade brandavskilt (EI 30) med ventilation direkt till det fria. En lösning är självventilation vilket innebär att skåpet eller utrymmet har öppningar upp till eller nertill på tillsammans minst 1 % av bottenarean, jämnt fördelat. Skåpet eller utrymmet där gasflaskorna förvaras ska vara märkt med någon av bilderna i figur L.1.



Figur L.0.1. Märkning för skåp där gasflaskor förvaras.

L.2. Ledningar

Enligt informationsbladet bör ledningen dras helst i ett stycke hela vägen från förvaring till gasapparaten. Om den måste skarvas är det viktigt att skarvarna är synliga för att lätt kunna hitta läckor i systemet, inte dolda bakom paneler, i väggar eller golvsocklar. Svetsning, hårdlödning eller speciella kopplingar är godtagbara skarvmetoder. Mjuklödning är inte tillåten. Rörledningen får inte gutas in i väggar, golv eller tak, såvida ledningarna inte placeras i ingjutna skyddsrör. Har ledningen plasthölje är det viktigt att detta är borttaget vid varje väggenomföring. Alla väggenomföringar ska dessutom uppfylla det krav på brandtätning som väggen har. Gasolledningarna ska vara märkta om det finns risk för att de kan förväxlas. Lämplig placering av märkningen kan vara vid ventiler, väggenomföringar samt förgreningsställen. Märkning enligt svensk standard (SS 741) visas i figur L.2 och innebär:

- Orange färg.
- Farosymbol i form av en svart flamma.
- Vit pil för strömningsriktning.
- Texten GASOL (i svarta bokstäver).



Figur L.0.2. Märkning av gasolledning.

L.3. Huvudavstängning

Det är mycket viktigt att huvudavstängningen för hela anläggningen placeras innanför ytterväggen på en plats där den är lättåtkomlig och väl synlig. Det är också viktigt att såväl huvudavstängningen som alla andra ventiler är utförda så att man direkt ser på ventilen om den är öppen eller stängd. Huvudavstängningen ska märkas enligt figur L.3.



Figur L.0.3. Märkning av huvudavstängning för gasol.

L.4. Utrustning

Det är viktigt att alla komponenter i anläggningens utrustning är avsedda för gasol (rör, slangar, kopplingar med mera) och väl underhållet. Om det finns elutrustning i anslutning till gasolanläggning bör avståndet mellan eluttag och gasoluttag eller gasolventiler inte understiga 0,5 meter.

L.5. Instruktioner

Det ska finnas en föreståndare som har kunskap om och erfarenhet av gasolanläggningar som ansvarar för att gasolanläggningen drivs enligt föreskrifter och villkor. Anläggningen ska vara skiftligt anmäld till räddningstjänsten. Det är mycket viktigt att det finns enkla, klara, skriftliga instruktioner om hur anläggningen ska drivas och underhållas dagligen, veckovis och årligen samt att anläggningen ska vara avstängd då den inte används under längre perioder, exempelvis vid säsongsstängning. Huvudavstängningen ska alltid stängas och låsas när verksamheten avslutas för dagen. Det är också viktigt att systemets täthet kontrolleras varje gång man byter gasolflaska. Pärm med driftinstruktioner, protokoll, kopia på tillstånd, namn och telefonnummer till föreståndare och ställföreträdare samt andra uppgifter förvaras lämpligen i gasolskåpet eller vid huvudavstängningen (MSB).

L.6. Gasolgrillar

Det är viktigt att slangen mellan gasolbehållaren och grillen inte kommer nära heta delar på grillen. Slangen kan då få värmeskador och börja läcka. Det är också viktigt att kontrollera slangen inför varje grillsäsong eftersom den åldras av väder, vind och sol. Behållaren får inte komma för nära själva grillen då värmen från grillen kan värma upp gasbehållaren som då får för hög temperatur vilket kan medföra att trycket blir så högt att slangar eller ventiler börjar läcka (MSB).

L.7. Terrassvärmare

När det gäller terrassvärmare (infravärmare med gasolflaska i foten) gäller följande:

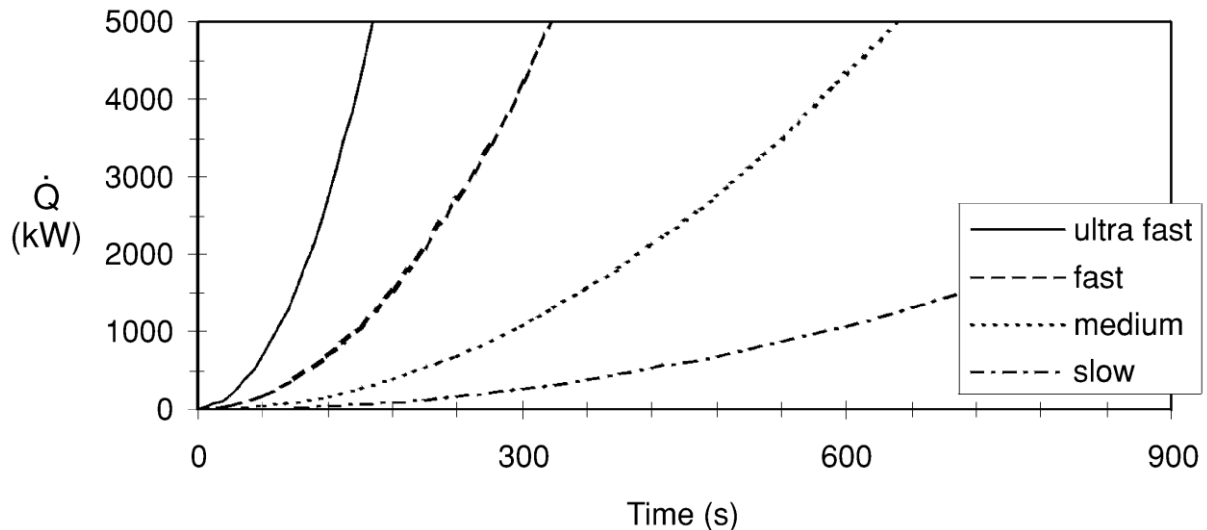
- Terrassvärmare ska vara CE-märkta.
- De är endast avsedda för utomhusbruk och får inte brukas i uterum eller i tält.
- Avstånd till brännbart material ska vara minst enligt tillverkarens rekommendationer eller om sådana saknas bör avståndet mellan brännardelen och det brännbara materialet vara minst 60 centimeter.

- Värmarna ska stå stadigt och vara förankrade så att de inte kan välta. Om en värmare faller omkull kan flytande gasol rinna till brännaren vilket medför att lågan i brännaren ökar kraftigt. Brand kan då uppstå i angränsande brännbart material och terrassvärmaren blir svår att hantera på grund av kraftig låga.
- Täthetsprovning görs var gång man byter gasolflaska.
- Placeringen får inte hindra utrymning.
- Förvaring av gasolflaskorna efter stängning ska ske på säker plats inlåst. (Till exempel omgärdat av 2 meter högt staket eller i låst, brandklassat och ventilerat utrymme.) (MSB)

Bilaga M - α^2 -kurvor

Denna bilaga ger en utförligare förklaring av α^2 -kurvor.

Många gånger används α^2 -kurvan för att beräkna tillväxthastighet och effektutveckling vid en brand. Denna modell antar att det finns fyra olika bränder; slow, medium, fast och ultra fast, se figur M.1.



Figur M.1. α^2 -kurvor, ultra fast, fast, medium och slow.

α^2 -kurvan togs fram under 1970-talet för att användas vid förbättring av branddetektorers reaktionstid. En detektor ska reagera väldigt snabbt, innan branden blivit "farlig". Den ska därför larma redan vid bränder mindre än 100kW.

Vid användning av α^2 -kurvorna är det viktigt att tänka på:

- Formerna på kurvorna är väldigt olik verkligheten (förutom vid små bränder upp till 100kW).
- Det finns inget system för hur en riktig brand ska matchas med en av dessa kurvor.
- En riktig brand når en topp (som oftast hör till den viktigaste informationen i ett brandförlopp). Denna finns inte med bland kurvorna som fortsätter växa i alla oändlighet.

Bilaga N - Input filer FDS

Denna bilaga ger två exempel på inputfiler som använts i FDS, en för brandscenario 1 – brand i förråd och en för brandscenario 2 – brand i kök.

Om önskemålet finns att studera input filen från något av de övriga fallen rekommenderas läsaren att ta kontakt med författarna.

N.1. Brand i förråd (hög effekt, stor grid, alla dörrar öppna)

BTR - brand i källarförråd

```
&HEAD CHID                                = 'BTR_k', TITLE='BTR - källare'/

---Rutnäten---

&MESH IJK                                  = 50, 60, 120, XB=16.0, 21.0, 6.0, 12.0, 0.0, 12.0 /
&MESH IJK                                  = 60, 160, 50, XB=4.0, 16.0, 0.0, 32.0, 2.0, 12.0 /
&MESH IJK                                  = 25, 100, 50, XB=16.0, 21.0, 12.0, 32.0, 2.0, 12.0 /
&MESH IJK                                  = 25, 60, 50, XB=16.0, 21.0, 0.0, 12.0, 2.0, 12.0 /
&MESH IJK                                  = 60, 40, 12, XB=15.0, 27.0, 0.0, 8.0, 0.0, 2.4 /

---Tid---

&TIME T_END                                = 600.0 /

---Utfyllnad---
&OBST XB                                    = 4.0, 15.0, 0.0, 32.0, 2.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 15.0, 21.0, 12.0, 32.0, 2.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 16.0, 21.0, 8.0, 12.0, 0.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 15.0, 16.0, 8.0, 12.0, 2.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 4.0, 5.2, 4.8, 31.2, 9.8, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 5.2, 7.2, 4.8, 31.2, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 9.8, 16.6, 29.0, 31.2, 2.2, 10.0 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 5.2, 21.0, 27.0, 31.2, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 19.0, 21.0, 4.8, 31.2, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 7.2, 19.0, 4.8, 9.0, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
&OBST XB                                    = 9.8, 16.6, 1.8, 4.8, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/

---Ytor---

&MISC SURF_DEFAULT                          = 'WALL' /

&SURF ID                                    = 'WALL'
      MATL_ID                                = 'WOOD'
      THICKNESS                              = 0.1 /
```

```
&MATL ID                                ='WOOD'
CONDUCTIVITY                            = 1.
SPECIFIC_HEAT                            = 1.5
DENSITY                                  = 1500 /
```

---Branden---

```
&REAC ID                                = 'Cellulose'
SOOT_YIELD                               = 0.02
C                                          = 6.
H                                          = 10.
O                                          = 5.
HEAT_OF_COMBUSTION                       = 16120. /
```

```
&SURF ID='FIRE', HRRPUA=1400. RAMP_Q='forrad'/
```

```
&RAMP ID='forrad', T=1.0, F=0.01/
&RAMP ID='forrad', T=10.0, F=0.01/
&RAMP ID='forrad', T=20.0, F=0.01/
&RAMP ID='forrad', T=30.0, F=0.02/
&RAMP ID='forrad', T=40.0, F=0.02/
&RAMP ID='forrad', T=50.0, F=0.02/
&RAMP ID='forrad', T=60.0, F=0.03/
&RAMP ID='forrad', T=70.0, F=0.03/
&RAMP ID='forrad', T=80.0, F=0.04/
&RAMP ID='forrad', T=90.0, F=0.08/
&RAMP ID='forrad', T=100.0, F=0.20/
&RAMP ID='forrad', T=150.0, F=0.4/
&RAMP ID='forrad', T=200.0, F=0.6/
&RAMP ID='forrad', T=250.0, F=0.8/
&RAMP ID='forrad', T=300.0, F=1./
&RAMP ID='forrad', T=350.0, F=1./
&RAMP ID='forrad', T=400.0, F=1./
&RAMP ID='forrad', T=500.0, F=1/
&RAMP ID='forrad', T=700.0, F=1/
&OBST XB= 17, 19, 1, 3, 0.2, 0.6, SURF_IDS= 'FIRE', 'INERT', 'INERT', COLOR='RED'/
```

---Källare---

```
&OBST XB                                = 15.0, 27.0, 0.0, 0.2, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK'/
&HOLE XB                                 = 25.0, 26.0, -0.01, 0.21, 0.2, 0.4 /
&VENT XB                                 = 25.0, 26.0, 0.0, 0.0, 0.2, 0.4, SURF_ID = 'OPEN', COLOR='GREEN'/
&OBST XB                                 = 15.0, 16.4, 0.0, 8.0, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK'/
```

&HOLE XB = 14.99, 16.41, 0.2, 1.2, 0.2, 0.4 /
 &VENT XB = 15.0, 15.0, 0.2, 1.2, 0.2, 0.4, SURF_ID = 'OPEN', COLOR= 'GREEN' /
 &OBST XB = 20.3, 20.5, 0.2, 3.8, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 17.5, 20.5, 3.8, 4.0, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 19.2, 22.0, 4.8, 8.0, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 17.5, 19.3, 4.8, 6.2, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 16.5, 19.5, 7.0, 8.0, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 19.3, 19.5, 5.0, 7.0, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 21.8, 22.0, 2.0, 5.0, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 26.8, 27.0, 0.2, 2.2, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 22.0, 27.0, 2.0, 8.0, 0.2, 2.2 COLOR='BLACK' /

---Golv---

&OBST XB = 15.0, 27.0, 0.0, 8.0, 0.0, 0.2 COLOR='WHITE' /

---Golv/Tak 1---

&OBST XB = 4.0, 27.0, 0.0, 35.0, 2.2, 2.4 COLOR='WHITE' /

---Förbindelser mellan planen---

&HOLE XB = 17.5, 19.3, 6.2, 7.0, 2.19, 2.41 /
 &HOLE XB = 6.3, 8.1, 6.2, 7.0, 5.99, 6.21 /
 &HOLE XB = 17.5, 19.3, 6.2, 7.0, 5.99, 6.21 /
 &HOLE XB = 6.3, 8.1, 30.2, 31.0, 5.99, 6.21 /
 &HOLE XB = 17.5, 19.3, 30.2, 31.0, 5.99, 6.21 /

---Entré plan---

&OBST XB = 16.5, 20.9, 7.0, 7.2, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 16.3, 16.5, 2.0, 7.2, 2.4, 6.0 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 17.3, 17.5, 6.2, 7.2, 2.4, 4.4 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 17.3, 19.3, 6.2, 7.0, 4.3, 4.5 COLOR='RED' /
 &OBST XB = 17.3, 19.5, 6.0, 6.2, 2.4, 6.0 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 9.7, 16.5, 1.8, 2.0, 2.4, 6.0 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 16.4, 21.0, 4.8, 5.0, 2.4, 6.0 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 9.8, 10.0, 2.0, 7.2, 2.4, 6.0 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 5.0, 9.8, 4.8, 5.0, 2.4, 6.0 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 5.2, 9.8, 7.0, 7.2, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 4.0, 5.2, 5.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 20.8, 21.0, 5.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 5.2, 20.8, 28.8, 29.0, 2.4, 9.8 COLOR='PINK' /
 &OBST XB = 5.2, 9.8, 31.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK' /
 &OBST XB = 9.6, 9.8, 29.0, 31.0, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK' /

&OBST XB = 16.5, 20.9, 31.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 16.5, 16.7, 29.0, 31.0, 2.4, 9.8 COLOR='BLACK'/

---Dörrar entré plan---

&HOLE XB = 5.5, 6.5, 4.79, 5.01, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 4.79, 5.01, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 5.5, 6.5, 30.99, 31.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 30.99, 31.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 6.99, 7.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 16.29, 16.51, 5.1, 6.1, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 5.5, 6.5, 6.99, 7.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 9.79, 10.01, 5.1, 6.1, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 5.5, 6.5, 28.79, 29.01, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 28.79, 29.01, 2.4, 4.4 /

---Balkong i stora salen---

&OBST XB = 18.8, 20.8, 7.2, 28.8, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
 &OBST XB = 5.3, 7.3, 7.2, 28.8, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 26.8, 28.8, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 7.2, 9.2, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/

---Övre plan---

&OBST XB = 16.4, 21.0, 4.8, 5.0, 6.2, 9.8 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 9.8, 10.0, 2.0, 7.2, 6.2, 9.8 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 5.0, 9.8, 4.8, 5.0, 6.2, 9.8 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 16.3, 16.5, 2.0, 7.2, 6.2, 9.8 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 9.8, 16.6, 1.8, 2.0, 6.2, 9.8 COLOR='BLACK'/

---Dörrar övre plan---

&HOLE XB = 16.29, 16.51, 5.1, 6.1, 6.2, 8.2 /
 &HOLE XB = 9.79, 10.01, 5.1, 6.1, 6.2, 8.2 /
 &HOLE XB = 8.8, 9.8, 6.99, 7.21, 6.2, 8.2 /
 &HOLE XB = 16.3, 17.3, 6.99, 7.21, 6.2, 8.2 /
 &HOLE XB = 5.5, 6.5, 28.79, 29.01, 6.2, 8.2 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 28.79, 29.01, 6.2, 8.2 /

---Golv/tak 2---

&OBST XB = 9.8, 16.6, 1.8, 7.2, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
 &OBST XB = 5.2, 9.8, 4.8, 7.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
 &OBST XB = 16.6, 20.8, 4.8, 7.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/

&OBST XB = 5.2, 9.6, 29.0, 31.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
 &OBST XB = 16.6, 20.8, 29.0, 31.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
 &OBST XB = 5.1, 5.3, 4.8, 5.0, 6.0, 6.2 COLOR='PINK'/
 &OBST XB = 20.8, 21.0, 4.8, 5.0, 6.0, 6.2 COLOR='PINK'/

---Tak---

&OBST XB = 18.8, 21.0, 4.8, 29.0, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 5.1, 7.3, 4.8, 29.0, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 26.8, 29.0, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 4.8, 9.2, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 18.8, 19.0, 9.2, 26.8, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 7.1, 7.3, 9.2, 26.8, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 7.1, 19.0, 26.8, 27.0, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 7.1, 19.0, 9.0, 9.2, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 9.8, 16.6, 1.8, 4.8, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 9.2, 26.8, 11.8, 12.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 5.0, 9.8, 29.0, 31.2, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 16.6, 21.0, 29.0, 31.2, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/

---ATMOSFÄR---

&VENT XB = 4.0, 21.0, 0.0, 0.0, 2.4, 12.0, SURF_ID = 'OPEN', COLOR='YELLOW'/
 &VENT XB = 4.0, 21.0, 32.0, 32.0, 2.4, 12.0, SURF_ID = 'OPEN', COLOR='YELLOW'/

---Utdata---

-Punkter-

&DEVC ID = 'Temp_opening1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 5.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_opening2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 5.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_opening3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 31.1 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_opening4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 31.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 6.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 6.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 30.1 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 30.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 7.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 7.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum31', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 29.1 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum41', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 29.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 8.0, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum22', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 8.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum32', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 28.1 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum42', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 28.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 9.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum23', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 9.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum33', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 27.1 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum43', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 27.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 10.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum24', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 10.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum34', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 26.1 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum44', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 26.1, 4.0 /

-Slices-

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='TEMPERATURE' /
 &SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='TEMPERATURE' /
 &SLCF PBZ = 1.50, QUANTITY='TEMPERATURE' /
 &SLCF PBZ = 3.90, QUANTITY='TEMPERATURE' /
 &SLCF PBZ = 7.70, QUANTITY='TEMPERATURE' /
 &SLCF PBY = 6.60, QUANTITY='TEMPERATURE' /
 &SLCF PBY = 30.60, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='VISIBILITY' /
 &SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='VISIBILITY' /

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='carbon dioxide' /
 &SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='carbon dioxide' /
 &SLCF PBZ = 1.50, QUANTITY='carbon dioxide' /
 &SLCF PBZ = 3.90, QUANTITY='carbon dioxide' /
 &SLCF PBZ = 7.70, QUANTITY='carbon dioxide' /
 &SLCF PBY = 6.60, QUANTITY='carbon dioxide' /
 &SLCF PBY = 30.60, QUANTITY='carbon dioxide' /

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='VELOCITY' /
 &SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='VELOCITY' /
 &SLCF PBY = 6.60, QUANTITY='VELOCITY' /
 &SLCF PBY = 30.60, QUANTITY='VELOCITY' /

&TAIL /

N.2. Brand i kök (låg effekt, stor grid)

BTR - brand i köket - 4,3 MW brand

&HEAD CHID = 'BTR_kok_4MW', TITLE='BTR - kök - 4MW'/

---Grider---

&MESH IJK = 60, 90, 50, XB=4.0, 16.0, 9.0, 27.0, 2.0, 12.0, MPI_PROCESS=0 /
 &MESH IJK = 50, 240, 40, XB=21.0, 26.0, 6.0, 30.0, 2.0, 6.0, MPI_PROCESS=1 /
 &MESH IJK = 50, 180, 100, XB=16.0, 21.0, 9.0, 27.0, 2.0, 12.0, MPI_PROCESS=2 /
 &MESH IJK = 90, 25, 50, XB=3.0, 21.0, 27.0, 32.0, 2.0, 12.0, MPI_PROCESS=3 /
 &MESH IJK = 90, 45, 50, XB=3.0, 21.0, 0.0, 9.0, 2.0, 12.0, MPI_PROCESS=4 /

---Tid---

&TIME T_END = 400.0 /

---Utfyllnad---

&OBST XB = 3.0, 15.0, 0.0, 32.0, 2.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 15.0, 21.0, 12.0, 32.0, 2.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 16.0, 21.0, 8.0, 12.0, 0.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 15.0, 16.0, 8.0, 12.0, 2.0, 2.2 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 3.0, 5.2, 4.8, 31.2, 9.8, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 5.2, 7.2, 4.8, 31.2, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 9.8, 16.6, 29.0, 31.2, 2.2, 10.0 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 5.2, 21.0, 27.0, 31.2, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 19.0, 21.0, 4.8, 31.2, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 7.2, 19.0, 4.8, 9.0, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/
 &OBST XB = 9.8, 16.6, 1.8, 4.8, 10.0, 12.0 COLOR='RASPBERRY'/

---Ytor---

&MISC SURF_DEFAULT = 'WALL' /
 &SURF ID = 'WALL'
 MATL_ID = 'WOOD'
 THICKNESS = 0.1 /
 &MATL ID = 'WOOD'
 CONDUCTIVITY = 1.
 SPECIFIC_HEAT = 1.5
 DENSITY = 1500 /

---Branden---

&REAC ID = 'koksmaterial'
 SOOT_YIELD = 0.03

C = 6.
H = 10.
O = 5.
HEAT_OF_COMBUSTION = 16120. /

&SURF ID='FIRE', HRRPUA=1400. RAMP_Q='kok'/

&RAMP ID='kok', T=0.0, F=0.02/
&RAMP ID='kok', T=1.0, F=0.02/
&RAMP ID='kok', T=10.0, F=0.02/
&RAMP ID='kok', T=20.0, F=0.02/
&RAMP ID='kok', T=30.0, F=0.03/
&RAMP ID='kok', T=40.0, F=0.03/
&RAMP ID='kok', T=50.0, F=0.04/
&RAMP ID='kok', T=60.0, F=0.04/
&RAMP ID='kok', T=70.0, F=0.05/
&RAMP ID='kok', T=80.0, F=0.05/
&RAMP ID='kok', T=90.0, F=0.06/
&RAMP ID='kok', T=100.0, F=0.07/
&RAMP ID='kok', T=120.0, F=0.2/
&RAMP ID='kok', T=150.0, F=0.4/
&RAMP ID='kok', T=165.0, F=0.8/
&RAMP ID='kok', T=180.0, F=0.8/
&RAMP ID='kok', T=200.0, F=0.8/
&RAMP ID='kok', T=220.0, F=0.8/
&RAMP ID='kok', T=250.0, F=0.8/
&RAMP ID='kok', T=600.0, F=0.8/

&OBST XB= 22, 24, 20, 22, 2.4, 2.8, SURF_IDS= 'FIRE', 'INERT', 'INERT', COLOR='RED'/

---Golv/Tak 1---

&OBST XB = 3.0, 27.0, 0.0, 35.0, 2.0, 2.4 COLOR='WHITE'/

---Förbindelser mellan planen---

&HOLE XB = 6.3, 8.1, 6.2, 7.0, 5.99, 6.21 /
&HOLE XB = 17.5, 19.3, 6.2, 7.0, 5.99, 6.21 /
&HOLE XB = 6.3, 8.1, 30.2, 31.0, 5.99, 6.21 /
&HOLE XB = 17.5, 19.3, 30.2, 31.0, 5.99, 6.21 /

---Entré plan---

&OBST XB = 16.5, 20.9, 7.0, 7.2, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/

&OBST XB = 16.3, 16.5, 2.0, 7.2, 2.4, 6.0 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 17.3, 17.5, 6.2, 7.2, 2.4, 4.4 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 17.3, 19.3, 6.2, 7.0, 4.3, 4.5 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 17.3, 19.5, 6.0, 6.2, 2.4, 6.0 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 9.7, 16.5, 1.8, 2.0, 2.4, 6.0 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 16.4, 21.0, 4.8, 5.0, 2.4, 6.0 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 9.8, 10.0, 2.0, 7.2, 2.4, 6.0 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 5.0, 9.8, 4.8, 5.0, 2.4, 6.0 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 5.2, 9.8, 7.0, 7.2, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 3.0, 5.2, 5.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 20.8, 21.0, 5.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 25.8, 26.0, 6.0, 30.0, 2.4, 5.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 21.0, 25.8, 6.0, 7.0, 2.4, 5.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 21.0, 25.8, 28.8, 30.0, 2.4, 5.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 21.0, 26.0, 6.0, 30.0, 2.0, 2.2 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 21.0, 26.0, 6.0, 30.0, 5.8, 6.0 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 22.0, 26.0, 8.0, 14.0, 2.4, 5.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 5.2, 20.8, 28.8, 29.0, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 5.2, 9.8, 31.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 9.6, 9.8, 29.0, 31.0, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 16.5, 20.9, 31.0, 31.2, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/
 &OBST XB = 16.5, 16.7, 29.0, 31.0, 2.4, 9.8 COLOR='GRAY'/

---Dörrar entré plan---

&HOLE XB = 5.5, 6.5, 4.79, 5.01, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 4.79, 5.01, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 5.5, 6.5, 30.99, 31.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 30.99, 31.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 6.99, 7.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 16.29, 16.51, 5.1, 6.1, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 5.5, 6.5, 6.99, 7.21, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 9.79, 10.01, 5.1, 6.1, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 5.5, 6.5, 28.79, 29.01, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 19.6, 20.6, 28.79, 29.01, 2.4, 4.4 /
 &HOLE XB = 20.79, 21.01, 17.3, 18.7, 2.4, 4.4 /

---Fönster---

&HOLE XB = 25.79, 26.01, 26.0, 27.0, 3.4, 5.4, TRANSPARENCY=0.1,
 DEVC_ID='fonster1'/
 &HOLE XB = 25.79, 26.01, 24.0, 25.0, 3.4, 5.4, TRANSPARENCY=0.1,
 DEVC_ID='fonster2'/
 &HOLE XB = 25.79, 26.01, 21.0, 22.0, 3.4, 5.4, TRANSPARENCY=0.1,
 DEVC_ID='fonster3'/

&HOLE XB = 25.79, 26.01, 18.0, 19.0, 3.4, 5.4, TRANSPARENCY=0.1,
DEVC_ID='fonster4'/

&DEVC XYZ=0.2,1.0,2.0, ID='fonster1', SETPOINT= 150.0, QUANTITY='TIME', INITIAL_STATE=.FALSE./
&DEVC XYZ=0.2,1.0,2.0, ID='fonster2', SETPOINT= 150.0, QUANTITY='TIME', INITIAL_STATE=.FALSE./
&DEVC XYZ=0.2,1.0,2.0, ID='fonster3', SETPOINT= 130.0, QUANTITY='TIME', INITIAL_STATE=.FALSE./
&DEVC XYZ=0.2,1.0,2.0, ID='fonster4', SETPOINT= 130.0, QUANTITY='TIME', INITIAL_STATE=.FALSE./

---Balkong i stora salen---

&OBST XB = 18.8, 20.8, 7.2, 28.8, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
&OBST XB = 5.3, 7.3, 7.2, 28.8, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
&OBST XB = 7.2, 18.8, 26.8, 28.8, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
&OBST XB = 7.2, 18.8, 7.2, 9.2, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/

---Övre plan---

&OBST XB = 16.4, 21.0, 4.8, 5.0, 6.2, 9.8 COLOR='GRAY'/
&OBST XB = 9.8, 10.0, 2.0, 7.2, 6.2, 9.8 COLOR='GRAY'/
&OBST XB = 5.0, 9.8, 4.8, 5.0, 6.2, 9.8 COLOR='GRAY'/
&OBST XB = 16.3, 16.5, 2.0, 7.2, 6.2, 9.8 COLOR='GRAY'/
&OBST XB = 9.8, 16.6, 1.8, 2.0, 6.2, 9.8 COLOR='GRAY'/

--Dörrar övre plan---

&HOLE XB = 16.29, 16.51, 5.1, 6.1, 6.2, 8.2 /
&HOLE XB = 9.79, 10.01, 5.1, 6.1, 6.2, 8.2 /
&HOLE XB = 8.8, 9.8, 6.99, 7.21, 6.2, 8.2 /
&HOLE XB = 16.3, 17.3, 6.99, 7.21, 6.2, 8.2 /
&HOLE XB = 5.5, 6.5, 28.79, 29.01, 6.2, 8.2 /
&HOLE XB = 19.6, 20.6, 28.79, 29.01, 6.2, 8.2 /

---Golv/tak 2---

&OBST XB = 9.8, 16.6, 1.8, 7.2, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
&OBST XB = 5.2, 9.8, 4.8, 7.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
&OBST XB = 16.6, 20.8, 4.8, 7.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
&OBST XB = 5.2, 9.6, 29.0, 31.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/
&OBST XB = 16.6, 20.8, 29.0, 31.0, 6.0, 6.2 COLOR='BLUE'/

&OBST XB = 5.1, 5.3, 4.8, 5.0, 6.0, 6.2 COLOR='PINK'/
&OBST XB = 20.8, 21.0, 4.8, 5.0, 6.0, 6.2 COLOR='PINK'/

---Tak---

&OBST XB = 18.8, 21.0, 4.8, 29.0, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 5.1, 7.3, 4.8, 29.0, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 26.8, 29.0, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 4.8, 9.2, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/

&OBST XB = 18.8, 19.0, 9.2, 26.8, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 7.1, 7.3, 9.2, 26.8, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 7.1, 19.0, 26.8, 27.0, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/
 &OBST XB = 7.1, 19.0, 9.0, 9.2, 10.0, 12.0 COLOR='BLACK'/

&OBST XB = 9.8, 16.6, 1.8, 4.8, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 7.2, 18.8, 9.2, 26.8, 11.8, 12.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 5.0, 9.8, 29.0, 31.2, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/
 &OBST XB = 16.6, 21.0, 29.0, 31.2, 9.8, 10.0 COLOR='GREEN'/

---ATMOSFÄRER---

&VENT XB = 3.0, 21.0, 0.0, 0.0, 2.4, 12.0, SURF_ID = 'OPEN', COLOR='YELLOW'/
 &VENT XB = 3.0, 21.0, 32.0, 32.0, 2.4, 12.0, SURF_ID = 'OPEN', COLOR='YELLOW'/
 &VENT XB = 26.0, 26.0, 6.0, 30.0, 2.4, 5.8, SURF_ID = 'OPEN', COLOR='YELLOW'/

---Utdata---

-Punkter-

-Temperatur-

&DEVC ID = 'Temp_opening1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 5.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_opening2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 5.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_opening3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 31.1, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_opening4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 31.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 6.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 6.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 30.1, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 30.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 7.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 7.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum31', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 29.1, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum41', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 29.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 8.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum22', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 8.0, 4.0 /
 &DEVC ID = 'Temp_rum32', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 28.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum42', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 28.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 9.0, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum23', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 9.0, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum33', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 27.1 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum43', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 27.1, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 10.0, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum24', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 10.0, 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum34', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 6.0, 26.1 4.0 /

&DEVC ID = 'Temp_rum44', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ= 20.0, 26.1, 4.0 /

-Slices-

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBX = 23.0, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBX = 25.6, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBZ = 3.90, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBZ = 7.70, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBY = 6.60, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBY = 30.60, QUANTITY='TEMPERATURE' /

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='VISIBILITY' /

&SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='VISIBILITY' /

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='carbon dioxide' /

&SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='carbon dioxide' /

&SLCF PBZ = 3.90, QUANTITY='carbon dioxide' /

&SLCF PBZ = 7.70, QUANTITY='carbon dioxide' /

&SLCF PBY = 6.60, QUANTITY='carbon dioxide' /

&SLCF PBY = 30.60, QUANTITY='carbon dioxide' /

&SLCF PBX = 6.0, QUANTITY='VELOCITY' /

&SLCF PBX = 20.0, QUANTITY='VELOCITY' /

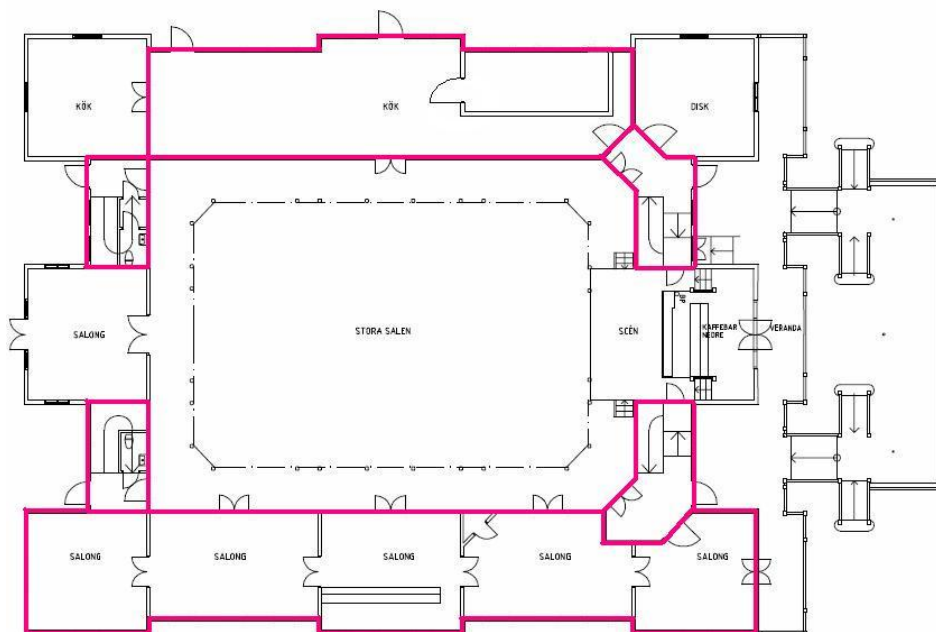
&SLCF PBY = 6.60, QUANTITY='VELOCITY' /

&SLCF PBY = 30.60, QUANTITY='VELOCITY' /

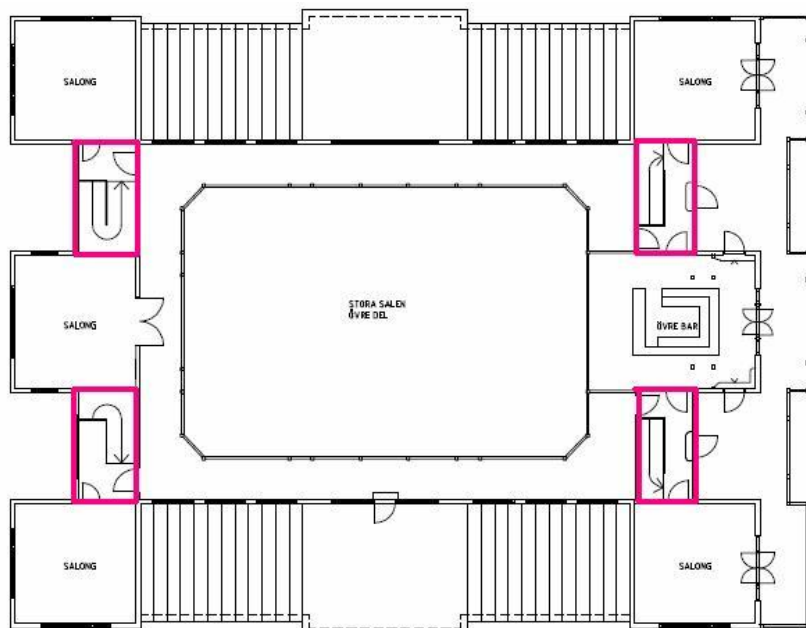
&TAIL /

Bilaga O – Brandcellsindelning

För att uppnå en tillfredställande brandcellsindelning krävs en hel del åtgärder. Figur xx visar ett förslag på en lämplig brandcellsindelning. Samtliga dörrar som ingår i en brandcellsgräns skall bytas ut mot brandklassade dörrar och förses med dörrstängare. De dörrar som redan är försedda med dörrstängare måste ses över och underhållas eftersom en hel del av dessa ej fungerar. Ett alternativ mot att byta ut dörrarna är att förse dem med en brandklassad färg eller beklädnad. Köket behöver ej utformas som en egen brandcell om det installeras punktsprinkler över fritös och spis. Figur O.1 visar brandcellsindelningen på plan 1 och figur O.2 brandcellsindelningen på plan 2.



Figur O.1. Brandcellsindelning på plan 1.



Figur O.2. Brandcellsindelning på plan 2.