

Brandteknisk Riskvärdering Östgötateatern i Linköping



Kim Genberg
Jesper Friholm
Milica Marincic
Stina Andersson

Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lund 2018

Rapport 9509

Brandteknisk Riskvärdering Östgötateatern i Linköping

Författare:

Kim Genberg

Jesper Friholm

Milica Marincic

Stina Andersson

Handledare:

Håkan Frantzich

Lund 2018

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

Titel/Title

Brandteknisk Riskvärdering av Östgötateatern i Linköping/
Fire safety evaluation of Östgötateatern in Linköping

Författare/Authors

Kim Genberg
Jesper Friholm
Milica Marincic
Stina Andersson

Rapport nr/Report nr

9509

© Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, 2018

Antal sidor/Number of pages

116 (inklusive bilagor/including appendix)

Bilder/Pictures

Alla bilder i rapporten tillhör författarna ifall ingen annan källa är angiven
Bilder som ej tillhör författarna används med tillstånd från ägarna /
All pictures belong to the authors if no other reference is stated
Pictures which do not belong to the authors are used with permission from the owners

Nyckelord

Brandteknisk riskvärdering, brand, teater, FDS, Pathfinder, utrymningssimulering.

Keywords

Fire safety evaluation, fire, theater, FDS, Pathfinder, evacuation simulation.

Språk/Language

Svenska/Swedish

Abstract

This report considers Östgötateatern, a theater located in Linköping. It is written as a part of the course Brandteknisk Riskvärdering at the Department of Fire Safety Engineering, Lund University. The purpose of the report is to evaluate the level of safety for the visitors in the event of a fire. This is done by analyzing three fire scenarios, which are based on a study visit made to Östgötateatern in February 2018. The scenarios are simulated in Pathfinder (evacuation simulation) and FDS (fire simulation). The results shows that all three scenarios results in unacceptable consequences. A number of measures that can be made to improve the fire safety in the building are therefore proposed. Examples of the proposed measures are:

- Remove chairs in the saloon on level 2,
- Establish routines for the staff.
- Install alarm system
- Install smoke detectors in staff area.

Avdelningen för Brandteknik Lunds Tekniska Högskola Lunds Universitet Box 118 221 00 Lund www.brand.lth.se Telefon 046 - 222 73 60 E-postadress: brand@brand.lth.se	Department of Fire Safety Engineering Faculty of Engineering Lund University P.O. Box 118 SE-221 00 Lund, Sweden www.brand.lth.se Telephone: +46 46 222 73 60 E-mail: brand@brand.lth.se
--	---

Förord

Författarna vill rikta ett stort tack till följande personer

- Håkan Frantzich** Forskare vid Avdelningen för Brandteknik på Lunds tekniska högskola. Tack för din handledning genom arbetets gång.
- Johan Axén** Trygghets- och säkerhetssamordnare vid Lejonfastigheter. Tack för din hjälp vid platsbesöket och med de frågor som följde.
- Bengt Andreasson** Riskingenjör på Länsförsäkringar Östgöta AB. Tack för din hjälp vid platsbesöket.
- Jonathan Wahlqvist** Doktorand vid Avdelningen för Brandteknik på Lunds tekniska högskola. Tack för den tid du lagt på att svara på våra frågor om brandsimuleringar.
- Enrico Ronchi** Universitetslektor vid Avdelningen för Brandteknik. Tack för den tid du tog för att svara på våra frågor om utrymningssimuleringar.

Sammanfattning

Följande rapport behandlar Östgötateatern i Linköping och skrivs som en del av kursen Brandteknisk Riskvärdering vid Brandtekniska avdelningen, Lunds tekniska högskola. Syftet med rapporten är att utvärdera personsäkerheten i byggnaden vid händelse av brand.

Information om objektet fås genom ett platsbesök, varefter ett antal möjliga brandscenarion identifieras. Genom att utföra en grovanalys på de identifierade scenarierna tas tre intressanta brandscenarion fram; *Brand i salong*, *Brand under scen* samt *Brand i kapprum*. Dessa scenarion ses som representativa för byggnaden. Genom simuleringar i FDS och Pathfinder tas två tider fram för respektive scenario; ASET (available safety escape time) och RSET (required safety escape time). De två tiderna jämförs och diskuteras varefter en bedömning görs om scenariots konsekvenser är acceptabla eller ej med avseende på personsäkerheten. För att ett scenario ska ses som acceptabelt krävs det att $ASET > RSET$, det vill säga att den tillgängliga tiden för utrymning är större än den nödvändiga tiden för utrymning. Samtliga scenarion bedöms vara oacceptabla. Ett antal åtgärdsförslag tas fram för att höja personsäkerheten i byggnaden till en acceptabel nivå. Åtgärdsförslagen delas in i åtgärder som ska tillämpas och åtgärder som bör tillämpas. Åtgärderna sammanfattas nedan.

- Koppla magnethållare hos brandcells dörrar i trapphusen i publika delarna till detektionssystem. Alternativt installera självstängande dörrar i trapphusen och ta bort möjligheten att ställa upp dessa dörrar.
- Installera trappa mot salongen för att skapa två möjliga utrymningsvägar för musikerna. Alternativt åtgärda bristerna i brandcellsindelningen på plan 1.
- Upprätta tydliga rutiner bland personalen.
- Rensa under sprinklerhuvuden på plan 1.
- Ta bort stolar vid bakre delen av salongen på plan 2.
- Byt ut sprinklerhuvuden under scen så att alla är av samma typ. Bulbsprinkler med aktiveringstemperatur 68 °C och RTI ca 50 ms⁻¹ rekommenderas.
- Byt sprinklerhuvuden i kapprummen mot modernare bulbsprinkler, aktiveringstemperatur 68 °C och RTI ca 50 ms⁻¹ rekommenderas.
- Ändra uppställningskonstruktionen med rep för dörrarna till salongen på plan 2, 3 och 4 så att dessa inte kan användas för att blockera dörrarna.
- Flytta ned rullstolsplatserna till plan 2 och utrusta trapporna i foajén med en ramp för att tillåta de rullstolsburna besökarna att utrymma utan assistans.
- Installera heltäckande detektionssystem med rökdetektorer i personaldelarna.
- Installera heltäckande utrymningslarm.

Nomenklaturlista

A_0 = Ventilationsöppningarnas area [m]

c_p = Luftens värmekapacitet [J/kg*K]

D = Brandens diameter [m]

D^* = Karakteristisk diameter för brand [m]

g = Tyngdacceleration [m/s^2]

H_0 = Ventilationsöppningarnas höjd [m]

M_a = Massflöde av luft genom ventilationsöppningarna [kg/s]

\dot{q}'' = Strålningsintensitet [kW/m^2]

\dot{Q} = Brandens effektutveckling per kvadratmeter [kW/m^2]

\dot{Q}^* = Brandens karakteristiska effektutveckling [-]

\dot{Q}_{max} = Maximal effektutveckling [kW]

R = Avståndet från objektet till flammans mittpunkt [m]

T_∞ = Omgivningens temperatur [K]

α = Tillväxtfaktor [kW/m^2]

δx = Nominell cellstorlek [m]

ρ_∞ = Luftens densitet [kg/m^3]

χ_r = Strålningsfraktionen [-]

Akronymer

FDS	Fire Dynamics Simulator
CFD	Computational Fluid Dynamics
NIST	National Institute of Standards and Technology
BIV	Föreningen för Brandteknisk Ingenjörsvetenskap
RES	U.S. Nuclear Regulatory Commission, Office of Nuclear Regulatory Research
EPRI	Electric Power Research Institute
RSET	Required Safe Escape Time
ASET	Available Safe Escape Time
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
IDA	Indikatorer, Data och Analys. Ett statistik- och analysverktyg framtaget av MSB.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1.	Syfte	1
1.2.	Mål	1
1.3.	Skyddsmål	1
1.4.	Metod	1
1.5.	Avgränsningar	2
2.	Objektbeskrivning	3
2.1.	Byggnadens historia, 1903–2018	3
2.2.	Byggnadens utformning	4
2.2.1.	Plan 0	6
2.2.2.	Plan 1	7
2.2.3.	Plan 2	8
2.2.4.	Plan 3	10
2.2.5.	Plan 4	11
2.3.	Verksamhet	13
3.	Befintligt brandskydd	15
3.1.	Passiva system	15
3.2.	Detektion, utrymningslarm och sprinklersystem	15
3.3.	Utrymningsvägar	19
3.4.	Personal	19
3.5.	Släckutrustning och andra hjälpmedel	20
3.6.	Brandgasventilation	20
3.7.	Räddningstjänst och tidigare incidenter	20
3.8.	Observerade avvikelser	20
4.	Identifiering av brandscenarier	21
4.1.	Statistik och sannolikhet	21
4.2.	Beskrivning av brandscenarier	22
4.2.1.	Plan 1	22
4.2.2.	Plan 2	23
4.2.3.	Plan 3	24
4.2.4.	Plan 4	25
4.3.	Riskmatris	25
4.4.	Val av brandscenarier för vidare analys	26
5.	Teori	27

5.1.	Utrymningsförlopp.....	27
5.2.	Gånghastigheter	27
5.3.	Människors beteende vid brand	29
5.4.	Kritiska förhållanden	29
5.5.	Simuleringsprogram.....	30
5.5.1.	Pathfinder.....	30
5.5.2.	FDS	31
5.5.3.	DETECT.....	32
6.	Analys av scenarier	33
6.1.	Scenario 1.1-Brand under scen	33
6.1.1.	Scenariobeskrivning.....	33
6.1.2.	Simulering av representativ brand	34
6.1.3.	Utrymningssimulering	34
6.1.4.	Resultat	35
6.1.5.	Diskussion och åtgärdsförslag	36
6.2.	Scenario 2.2 – Brand i kapprum.....	38
6.2.1.	Beskrivning av scenario.....	38
6.2.2.	Simulering av representativ brand	39
6.2.3.	Utrymningssimulering	40
6.2.4.	Resultat	41
6.2.5.	Diskussion och åtgärdsförslag	42
6.3.	Scenario 2.3 – Brand i salong	43
6.3.1.	Beskrivning av scenario.....	43
6.3.2.	Simulering av representativ brand	43
6.3.3.	Utrymningssimulering	44
6.3.4.	Resultat	44
6.3.5.	Diskussion och åtgärdsförslag	46
7.	Känslighetsanalys	47
7.1.	Kategorifördelning.....	47
7.2.	Val av nödutgångar	47
7.3.	Varseblivnings- och förberedelsetiden.....	48
7.4.	Resultat	48
8.	Diskussion.....	49
8.1.	Simuleringsresultat	49
8.2.	Utvärdering av personsäkerheten i Östgöteatern	49
8.2.1.	Utrymning	49

8.2.2. Brand- och utrymningslarm	49
8.2.3. Passiva system	50
8.3. Utvärdering av personalens säkerhet	50
9. Åtgärdsförslag	51
Litteraturförteckning	53
Appendix A – Teoretisk bakgrund till Pathfinder	55
Appendix B – Utrymningssimuleringar	57
B1. Scenario 1.1-brand under scen	57
B1.1. Simulering 1	57
B1.2. Simulering 2	57
B1.3. Simulering 3	57
B1.4. Simulation 4	57
B1.5. Simulering 5	58
B2. Scenario 2.2-brand i kapprum	58
B2.1. Simulering 1	58
B2.2. Simulering 2	58
B2.3. Simulering 3	59
B2.4. Simulation 4	59
B2.5. Simulering 5	59
Appendix C – Modellbränder	61
C1. Teori	61
C1.1. Ventilationskontrollerad brand	61
C1.2. Bränslekontrollerad brand	62
C1.3. Sprinklerbegränsning	62
C2. Brand under scen	63
C3. Brand i kapprum	65
C4. Brand i salong	66
Appendix D- Teoretisk bakgrund till FDS	69
D1. Programteori	69
D1.1 Begränsningar i FDS	70
D2. Materialparametrar	71
D3. Insamling av mätdata	72
D4. Verifiering och validering	72
D4.1. Cellstorlek	72
D4.2. Brändernas dimensionslösa storlek	72
D4.3. Kontroll av flamtemperatur	73

D4.4. Antaganden och förenklingar	73
Appendix E- Brandsimuleringar i FDS	75
E1. Scenario Brand under scen	75
E1.1. Geometri	75
E1.2. Bränsle	76
E1.3. Effektutveckling	77
E2. Scenario Brand i kapprum	77
E2.1. Geometri	77
E2.2. Bränsle	78
E2.3. Effektutveckling	79
E3. Scenario Brand i salong	79
E3.1. Geometri	79
E3.2. Bränsle	81
E3.3. Effektutveckling	81
Appendix F- Indata till FDS	83
F1. Indata till Brand under scen	83
F2. Indata till Brand i kapprum	87
F3. Indata till Brand i salong	91

1. Inledning

Denna rapport utgör en brandteknisk riskvärdering av Östgötateatern, belägen i centrala Linköping.

Teatrar är en intressant verksamhet ur en brandteknisk synpunkt. Rörelseförmågan hos teaterbesökarna kan variera kraftigt, vilket skapar utmaningar vid utrymning. Utrymningen kompliceras ytterligare av att urskiljningen av varningssignaler försvåras av lampor, musik och pyroteknik som är vanliga inslag i en teaterverksamhet.

Denna rapport utgör en del av kursen Brandteknisk Riskvärdering som ges vid avdelningen för Brandteknik och Riskhantering vid Lunds Tekniska Högskola. Författarna är studenter på brandingenjörsprogrammet. Nedan listas syfte och mål för rapporten. Kapitlet tar även upp metodik och avgränsningar.

1.1. Syfte

Rapporten syftar till att utvärdera personsäkerheten vid händelse av brand och påföljande utrymning i Östgötateatern. Syftet är även att ge författarna möjlighet att applicera kunskaper från tidigare kurser på ett verkligt objekt.

1.2. Mål

Målet med rapporten är att utvärdera brandskyddet i Östgötateatern med avseende på personsäkerhet. Detta görs genom att utföra en brandteknisk riskvärdering av byggnaden, följt av åtgärdsrekommendationer i de fall då dagens brandsäkerhet inte bedöms som tillräcklig. Rapportens mål är vidare att utveckla författarnas färdigheter och förmågor avseende personsäkerhet vid brand i byggnader.

1.3. Skyddsmål

I denna rapport är skyddsmålet definierat som att alla människor ska kunna utrymma på ett säkert sätt.

1.4. Metod

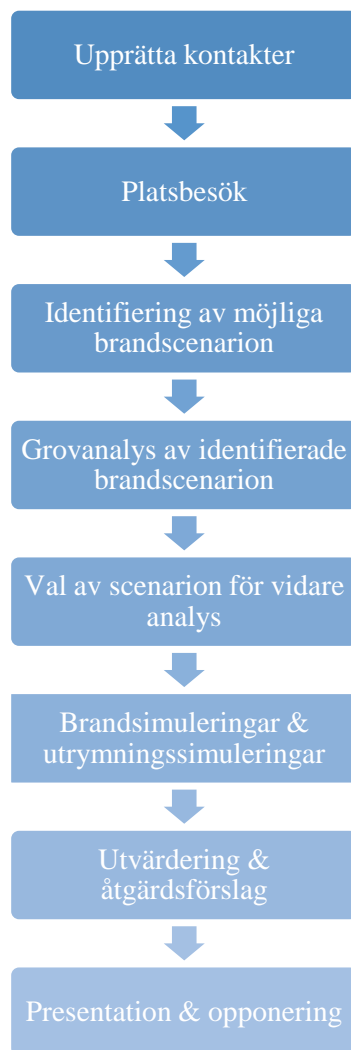
Arbetet påbörjas med att upprätta kontakt med handledare vid LTH, Håkan Frantzich, och kontaktpersonerna Johan Axen vid Lejonfastigheter i Linköping samt Bengt Andreasson vid Länsförsäkringar Östgöta. Med deras hjälp utförs ett platsbesök på Östgötateatern i Linköping. Vid platsbesöket undersöks och dokumenteras objektets geometrier, brandskydd, utrymningsvägar, etc.

Utifrån informationen insamlad vid platsbesöket identifieras möjliga brandscenarion i byggnaden. Därefter görs en grovanalys där brandscenarierna utvärderas kvalitativt. De scenarion som anses vara av störst intresse för utrymningsmöjligheterna i lokalen väljs ut för vidare analys. För dessa scenarion görs det ett antal simuleringar.

Branden för respektive scenario simuleras i FDS (Fire Dynamic Simulation). Med ett antal förutbestämda kriterier för kritiska förhållanden som referensram används simulationen för att ta fram den tillgängliga utrymningstiden. Detta tidsintervall, tills dess att kritiska förhållanden uppnås, kallas ASET (Available Safety Escape Time).

Utrymningen för respektive scenario simuleras i Pathfinder för att få fram en nödvändig utrymningstid, även kallat RSET (Required Safety Escape Time). De två tiderna, ASET och RSET, jämförs och används som underlag för en diskussion om objektets brandskydd.

Slutligen föreslås eventuella åtgärder utifrån det befintliga brandskyddet samt analysens resultat. Rapporten presenteras vid ett seminarium med efterföljande opponering. Arbetsmetodiken presenteras schematiskt i Figur 1.



Figur 1. Schematisk bild över arbetsgången.

1.5. Avgränsningar

Personalens utbildning, rutiner och kompetens är okänd. I utrymningssimuleringarna har personalen därför inte inkluderats, utan det är endast teaterbesökarna som undersöks. Personalavdelningarna har inte ritats upp i simuleringsprogrammen. Personalen avgränsas dock inte från den kvalitativa delen av rapporten.

Rapporten fokuserar endast på personsäkerhet. Ekonomiska förluster, så som skador på byggnaden eller förlorade inkomster, tas inte med i beräkningarna.

2. Objektbeskrivning

Följande kapitel ger en beskrivning av Östgötateatern. Kapitlet inkluderar byggnadens historia, utformning samt vilka verksamheter som bedrivs i den.

2.1. Byggnadens historia, 1903–2018

Den 18 december 1903 invigdes Stora Teatern i Linköping. Teatern är ritad av Axel Anderberg, som även ritat Kungliga operan i Stockholm. När byggnaden stod klar låg den i utkanten av Linköping, vilket kan ses i Figur 2.



Figur 2 - Stora Teatern i Linköping. Syns till höger i bilden. (Östergötlands Museum, u.d.)

Från början hade teatern 503 sittplatser i tre våningsplan. Salongen beskrevs ha en ”festlig glans i ädel måttfullhet” (Linköpings universitet och Östergötlands museum). Man hade lite bråttom att öppna vilket ledde till att fasaderna inte var putsade till premiären, men det skröts över hur man satsat på brandsäkerheten i byggnaden.

I början hade teatern ingen fast ensemble utan den hyrdes ut till olika teatersällskap, i samma stil som Riksteatern gör idag. I samband med introduktionen av biografier i Linköping under 1920-talet sjönk intresset för teatern. Fram tills 1947 hankade man sig fram för att sen bilda Norrköping-Linköpings stadsteater. Denna stadsteater är verksam än idag, men går nu under namnet Östgötateatern.

Under 1980-talet renoverades teatern både invändigt och utvändigt. Den publika foajén på plan 3 byggdes om till ett ljus, öppet rum med vackra jugendfönster och en kristallkrona som är en, om än mycket mindre, kopia av takkronan i teaterhuset i Norrköping (Östgötateatern, 2018). Mellan 2009 och 2011 genomgick teatern en omfattande restauration, både exteriören och interiören renoverades i jugendstil, kompletterat med moderna inslag. Entrétrappan är ombyggd för att öka tillgängligheten för funktionshindrade och en ny hiss har installerats i entréhallen.

Idag ligger teatern inte längre i utkanten av Linköping utan mitt i stadskärnan, vilket kan ses i Figur 3.



Figur 3. Östgötateaterns läge i förhållande till resten av Linköping. (Google Earth)

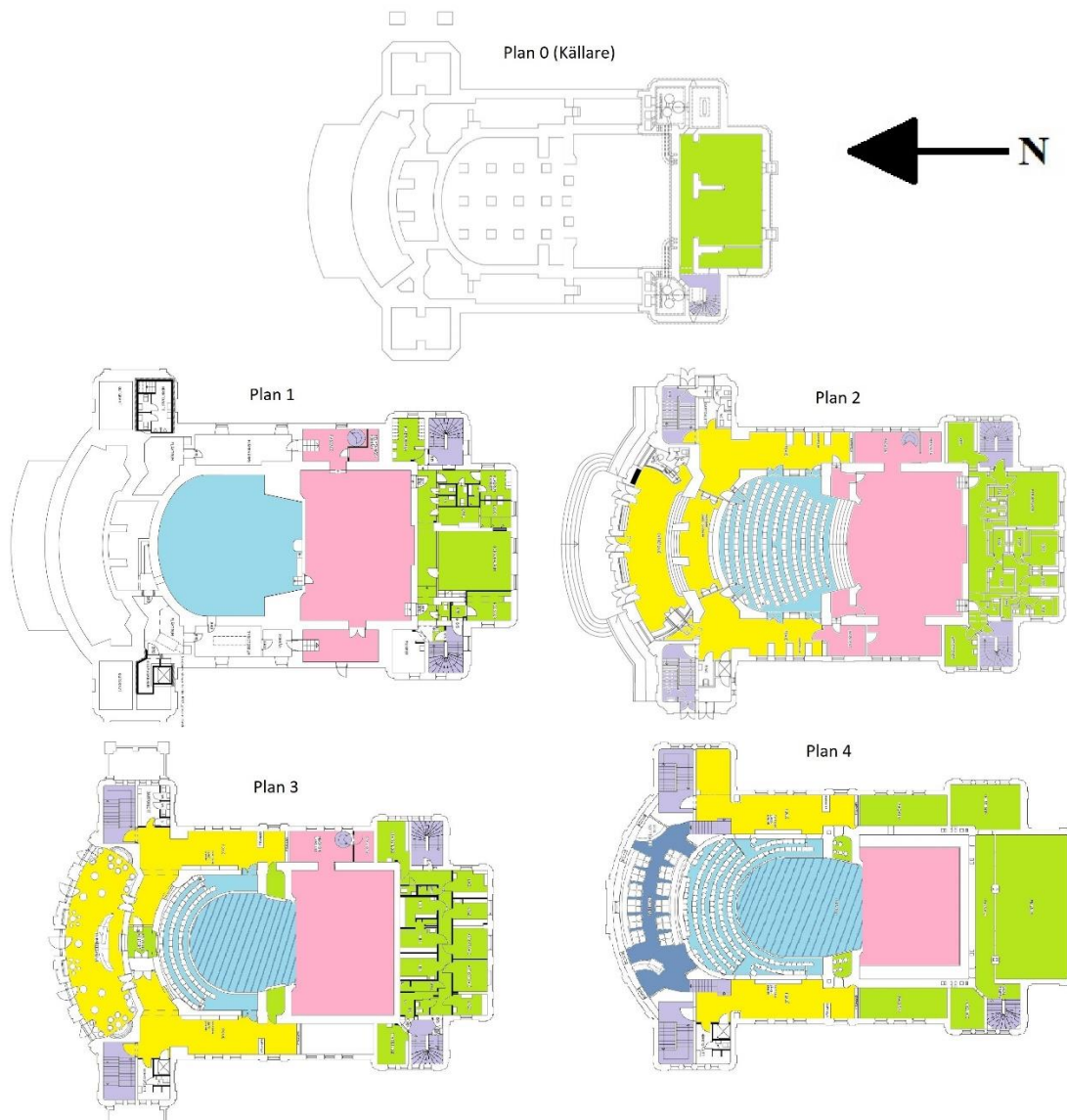
2.2. Byggnadens utformning

Östgötateatern syns i Figur 4. Bilden är tagen på huvudentrén, belägen på byggnadens norra sida.



Figur 4. Östgötateaterns norra fasad. (Holgerson)

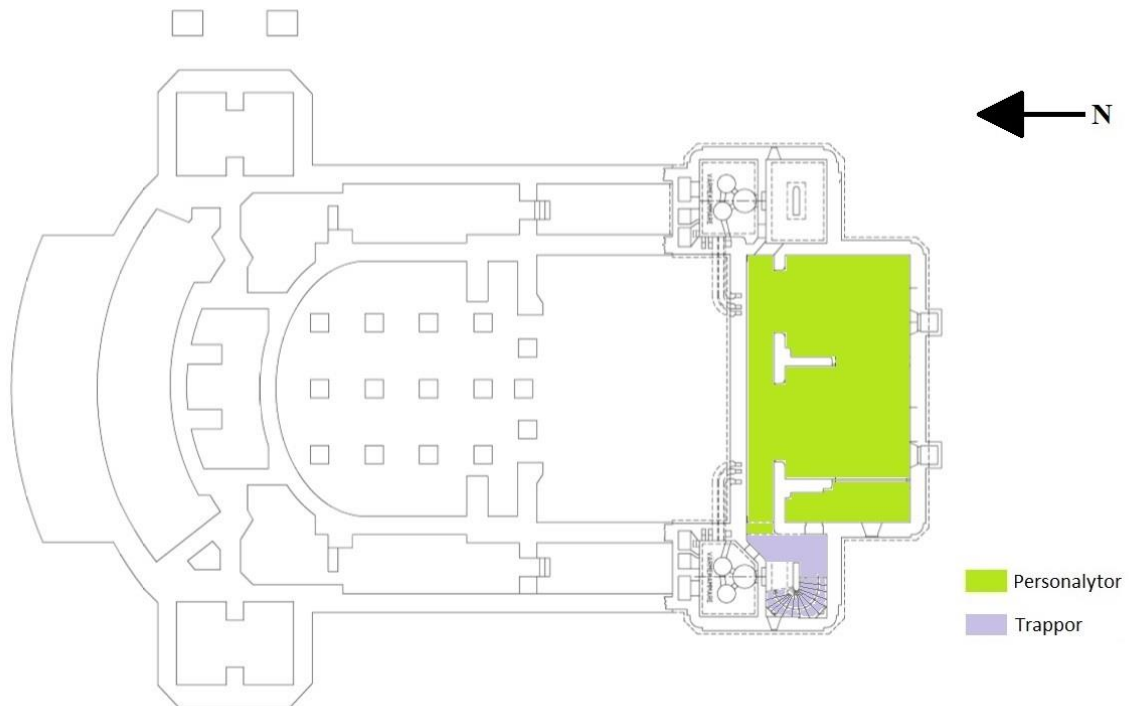
Byggnaden består av fem våningsplan som kommer beskrivas vart för sig. Figur 5 ger en överblicksbild av de olika planen.



Figur 5. Överblicksbild av samtliga planlösningar.

2.2.1. Plan 0

En ritning över plan 0 visas i Figur 6.

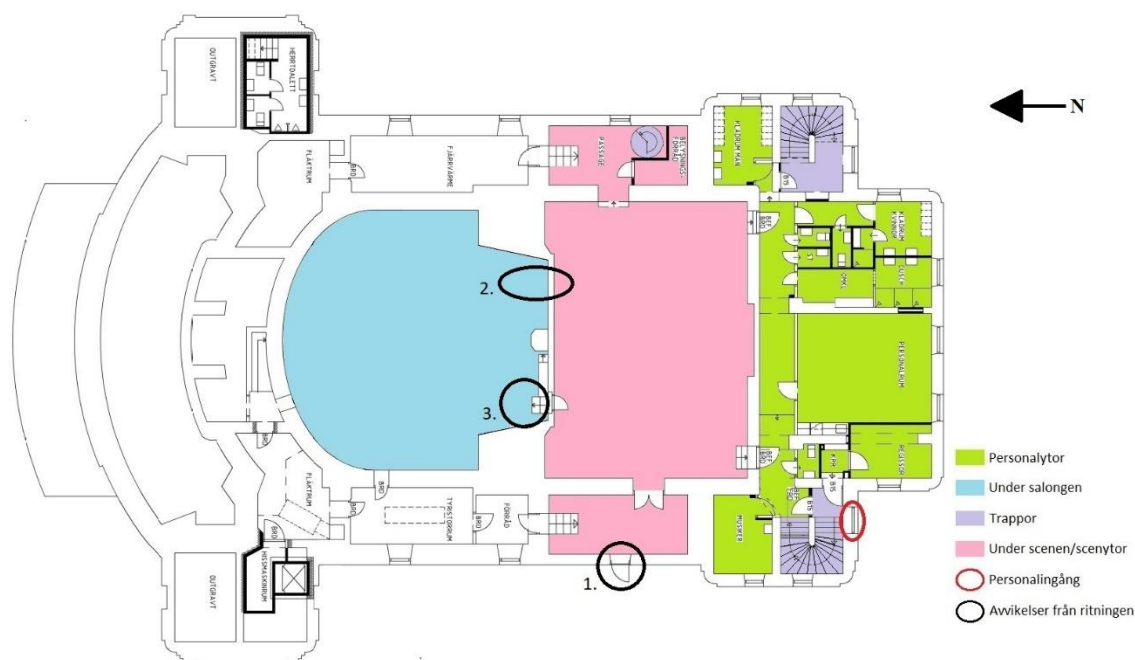


Figur 6. Ritning av plan 0.

Detta plan används till förvaring. Här vistas enbart personal, vilket innebär att den inte kommer tas med i simuleringarna (se avsnitt 1.5 Avgränsningar).

2.2.2. Plan 1

En ritning över plan 1 visas i Figur 7.



Figur 7. Ritning av plan 1.

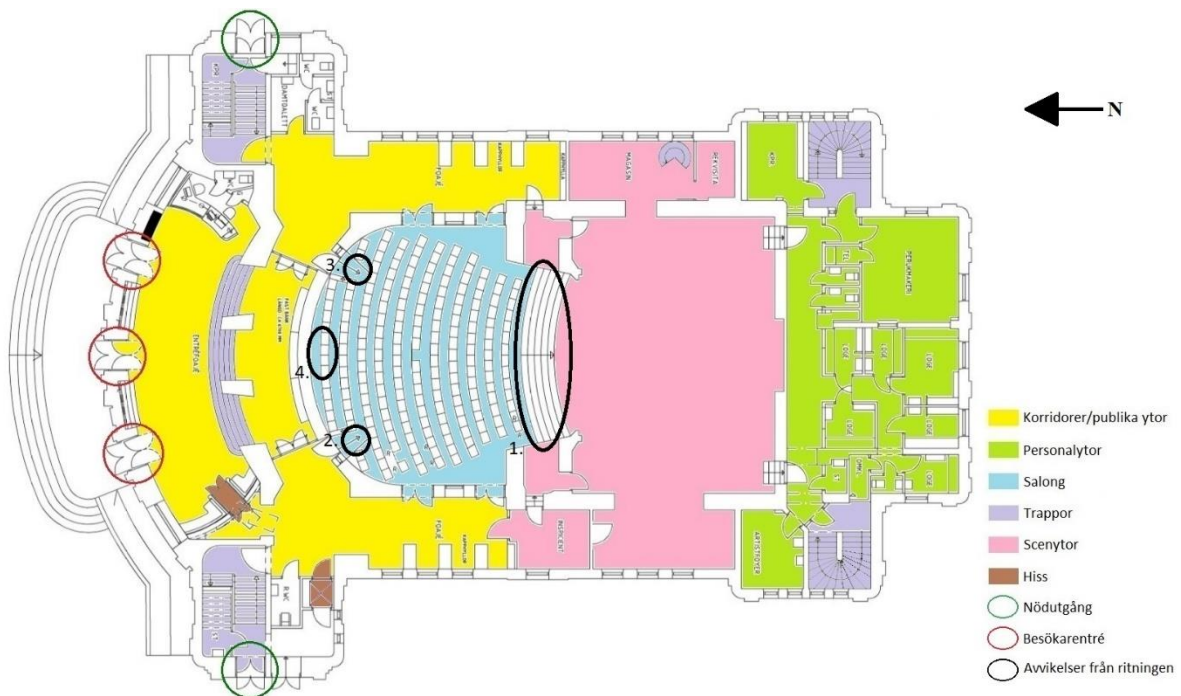
Plan 1 är markplan för byggnadens södra del. På detta plan vistas inga besökare utan enbart personal och skådespelare samt eventuella hantverkare. Personalytorna består av ett personalrum, omklädningsrum, vilrum, ett rum för regissören och ett rum för musikerna. Under scenen finns teknik och rekvisita som krävs vid de olika föreställningarna. Det finns även en hiss som används för att skicka upp och sänka ner rekvisita från scenen. Övriga ytor används för diverse förvaring.

Det finns några avvikelser från ritningarna jämfört mot verkligheten, dessa är markerade i figuren med en svart cirkel samt en siffra. En beskrivning av avvikelserna återges nedan.

1. En nödutgång som inte längre är brukbar. Skyltningen som informerade om att det var en nödutgång har dock tagits bort för att förhindra förvirring.
2. Ännu en dörr har öppnats upp mellan ytan under scenen och ytan under salongen. Utöver dörren har ett utrymme under scenen skapats så att orkestern kan sitta där och spela. Det är öppet mellan detta utrymme och plan 2.
3. Precis som beskrivet i 2. har ett utrymme skapats där orkestern kan sitta och spela, även detta är öppet upp mot plan 2.

2.2.3. Plan 2

En ritning över plan 2 visas i Figur 8.



Figur 8. Ritning av plan 2.

Plan 2 är markplan för byggnadens norra del. På detta plan finns besöksentrén i form av tre ingångar med två dörrar vardera. En av dessa entréer är utrustad med en dörröppnare. Det finns två stycken nödutgångar utöver de ordinarie entréerna och dessa är placerade nederst i trapphusen vid de publika ytorna. På vardera sidan av salongen finns möjlighet att hänga av sina ytterkläder innan man går in i salongen, som är utrustad med 188 sittplatser. I personalytorna hittas loger, omklädningsrum, kapprum, artistfoajé samt ett perukmakeri.

Det finns några avvikelser från ritningarna jämfört med verkligheten, dessa är markerade i figuren med en svart cirkel samt en siffra. En beskrivning av avvikelserna återges nedan.

1. En tidigare trappa som kopplade ihop scenen med salongen finns numera inte. Istället har ett utrymme skapats på plan 1 där orkestern kan sitta och spela. Det är alltså numera öppet mellan plan 1 och plan 2 i det här området.
2. Här har det satts in extra stolar för att kompensera för antalet stolar som försvann på grund av 4.
3. Samma som i 2.
4. Här har ett antal stolar tagits bort och ersatts med ett bås för ljudteknikern.

Figur 9 och Figur 10 visar salongen på plan 2.



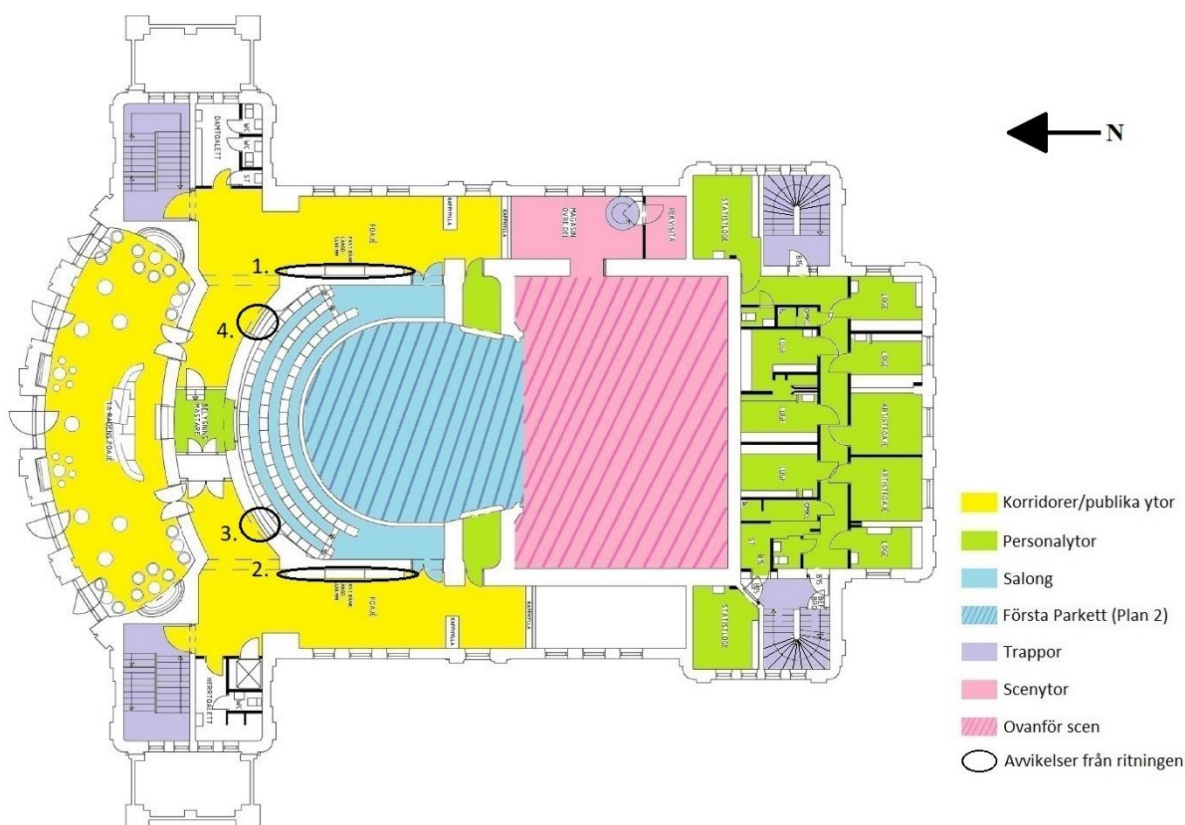
Figur 9. Salong på plan 2. Foto taget med scenen i ryggen.



Figur 10. Främre sittplatser i salongen på plan 2. Även stålridån och en bit av scenen syns.

2.2.4. Plan 3

En ritning över plan 3 visas i Figur 11.



Figur 11. Ritning av plan 3.

På detta plan finns en bar (längst till vänster i Figur 11), dit besökare kan gå när det är paus under föreställningen, där det serveras dryck och tillugg. Utanför salongen finns möjligheten att hänga av sig ytterkläderna innan man går in i salongen, som är utrustad med 76 sittplatser, varav tre är avsedda för rullstolar. Personalytorna bakom scenområdet består av omklädningsrum och loger, ytorna bredvid salongen användes vid besöket för mindre förvaring och ytan mellan foajén och salongen är ämnat för ljus teknikern. Personalytorna bakom scenområdet består av omklädningsrum och loger, ytorna bredvid salongen användes vid besöket för mindre förvaring och ytan mellan foajén och salongen är ämnat för ljus teknikern.

Det finns några avvikelser från ritningarna jämfört med verkligheten, dessa är markerade i figuren med en svart cirkel samt en siffra. En beskrivning av avvikelserna återges nedan.

1. Den permanenta bänken är numera borttagen, men den har inte ersatts med något annat.
2. Samma som i 1.
3. På ritningen visas ett fönster eller en öppning, den är numera borttagen.
4. Samma som i 3.

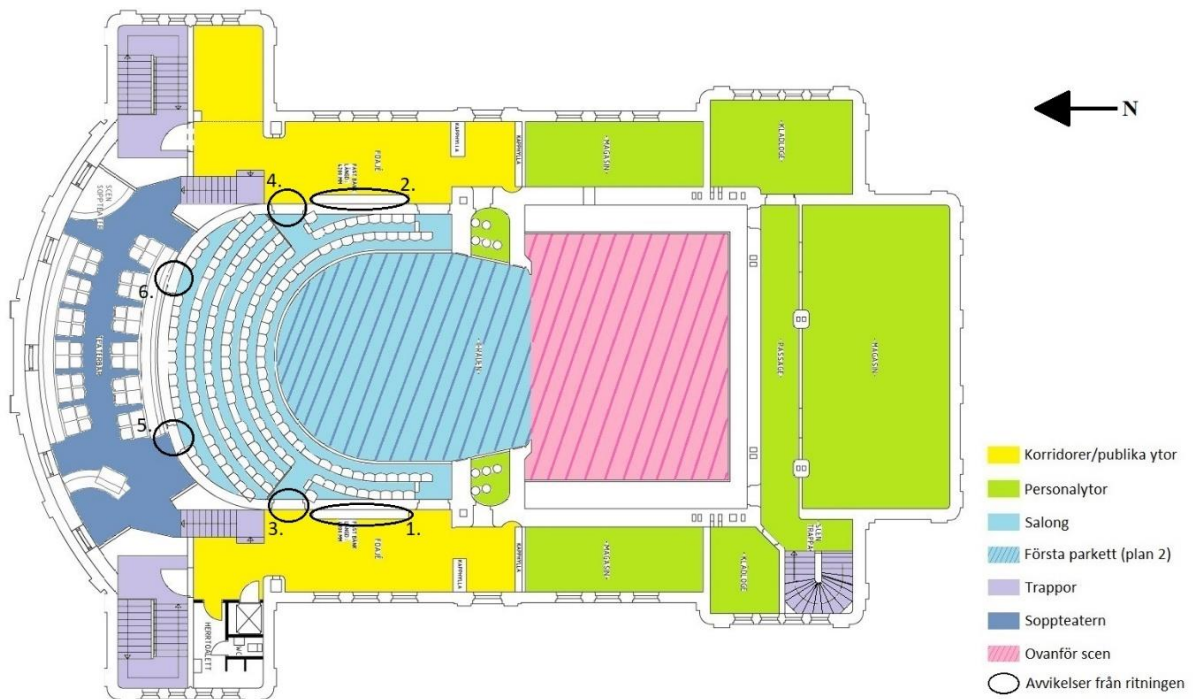
Figur 12 visar utformningen av det västra kapprummet på plan 3.



Figur 12. Kapprum på plan 3, västra delen. Foto taget från söder.

2.2.5. Plan 4

En ritning över plan 4 visas i Figur 13.



Figur 13. Ritning av plan 4.

Precis som på plan 1 och plan 2 finns möjligheten att hänga av sig ytterkläderna utanför salongen, som är utrustad med 124 sittplatser. En halv trappa upp ligger soppteatern där

mindre föreställningar visas och besökare kan bli serverade dryck och tilltugg. Föreställningarna i soppteatern visas normalt under lunchtid, föreställningar går alltså inte samtidigt på stora scenen och i soppteatern. Personalytorna på detta plan består av diverse förråd.

Det finns några avvikelser från ritningarna jämt mot verkligheten, dessa är markerade i figuren med en svart cirkel samt en siffra. En beskrivning av avvikelserna återges nedan.

1. Den permanenta bänken är borttagen.
2. Samma som i 1.
3. Dörren används inte längre då salongen omorganiserats.
4. Samma som i 3.
5. Öppningen är numera igenmurad.
6. Samma som i 5.

Utöver dessa avvikelser så har hela salongen på detta plan gjorts om så att gestaltningen av sätesraderna inte stämmer. Figur 14 visar en del av salongens utformning på plan 4.



Figur 14. Sittplatser i salong på plan 4. Foto taget från mitten av salongen.

Figur 15 visar det östra kapprummet på plan 4.



Figur 15. Kapprum på plan 4, östra delen. Foto taget från söder.

2.3. Verksamhet

Byggnaden ägs numera av Lejonfastigheter, ett kommunalt fastighetsbolag, som förvaltar fastigheter åt Linköpings kommun. Lejonfastigheter hyr ut byggnaden till Östgötateatern. Föreställningar ges under både kvälls- och dagtid. I samband med föreställningar bedrivs även viss servering av mat och alkoholhaltiga drycker. Östgötateatern har fast personal, men gästas frekvent av utomstående ensembler som endast använder byggnaden under en kortare period (Östgötateatern, 2018). Max antal besökare i teatern är 388 då det endast är en föreställning per dag, det finns alltså ingen risk att besökare till en senare föreställning befinner sig i byggnaden samtidigt som en tidigare föreställning pågår.

3. Befintligt brandskydd

Sedan invigningen av teatern har brandskyddet byggts på och om över åren, vilket kan ha påverkat brandskyddets kvalitet. Följande kapitel är en beskrivning av de rutiner och brandskydd som finns på Östgötateatern idag.

3.1. Passiva system

Östgötateatern har brandcellsindelning mellan personalutrymmen och scenen, samt mellan scenen och de publika utrymmena. Brandcellsindelningen mellan scenen och salongen på plan 2 utgörs av en metallridå. Metallridån kan stängas manuellt eller mekaniskt, båda metoderna tar cirka 20 sekunder. Metallridån är inte kopplad till något detektion- eller larmsystem.

På plan 1 skiljs utrymmet under scenen och utrymmet under salongen åt av en vägg. Väggen har ett flertal otätade hål där kablar har dragits. De två dörrarna i väggen saknar stängningsmekanism, måste stängas manuellt och är mycket tröga att få igen. Hålen och de bristande dörrarna fördärvar brandcellsindelningen mellan utrymmet under scenen och salongen vilket innebär att eld och rök kan spridas från utrymmet under scenen till den publika delen.

Utöver ovannämnda brandceller, är samtliga trapphus egna brandceller. Dörrarna till trapphusen hålls öppna med magnet. Magneterna är inte kopplade till något detekterings- eller larmsystem och stängs inte automatiskt vid brandlarmsaktivering utan endast med manuell knapp bredvid respektive dörr.

Tyget som avgränsar scenutrymmet, så kallade "byxor", är flamskyddade, vilket innebär att de står emot brand under en längre tid än obehandlat material.

3.2. Detektion, utrymningslarm och sprinklersystem

Östgötateatern är försedd med sprinklers ovanför scenen, i kapprummen samt under scenen. Både smältbleckssprinklers och bulbsprinklers används, se Figur 16 och Figur 17. Sprinklersystemet ovanför scenen är utrustat med bulbsprinklerhuvuden och är placerat på 14 meters höjd, i kapprummen används smältbleckssprinklerhuvuden och under scenen används både och.

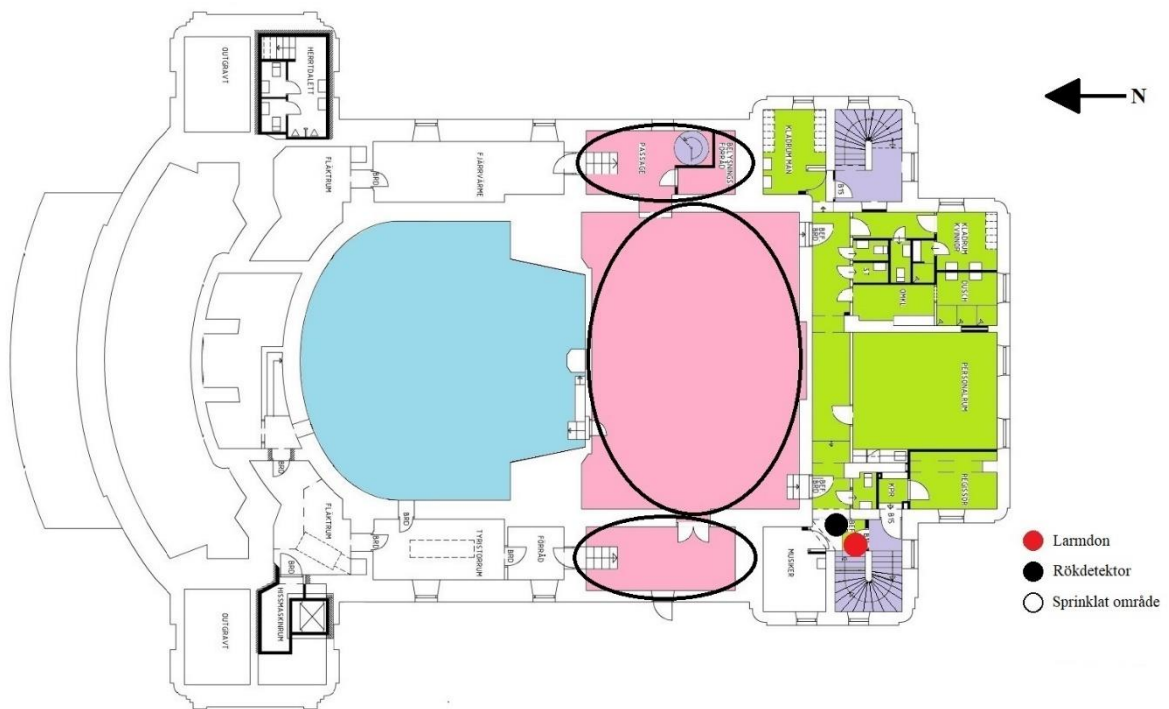


Figur 16. Sprinklerhuvud med smal bulb.



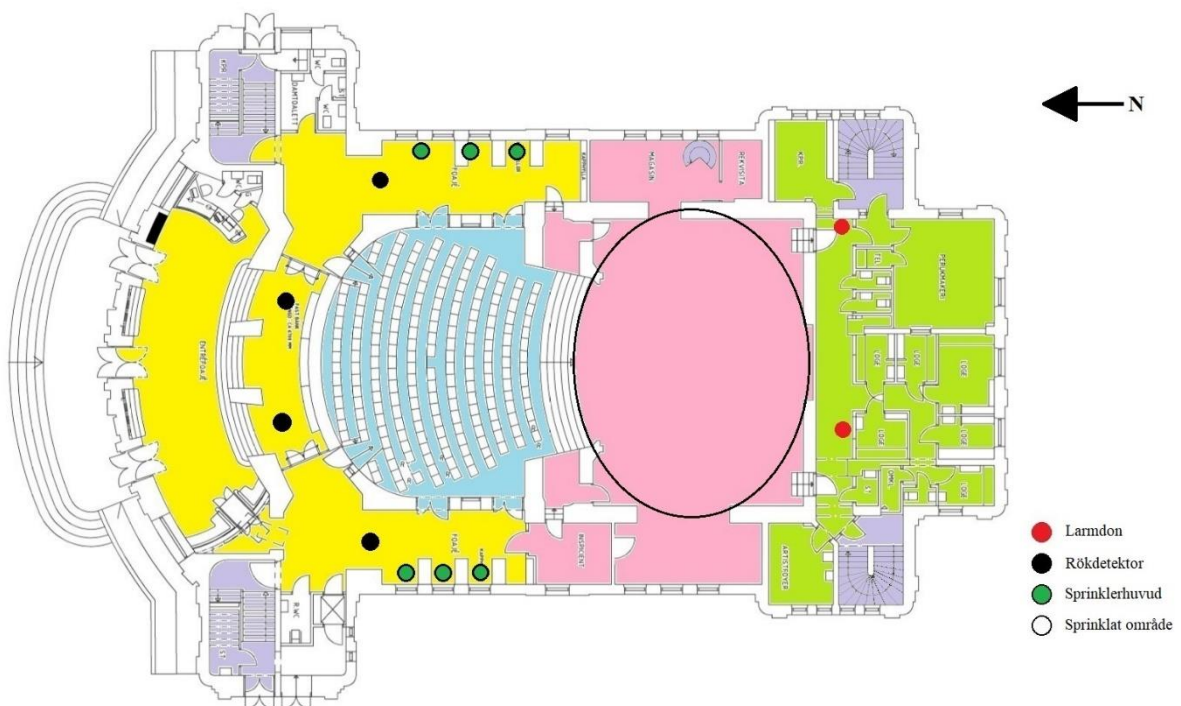
Figur 17. Sprinklerhuvud med tjock bulb samt sprinklerhuvud med smältbläck.

Nedanstående figurer visar placeringen av rökdetektorer, larmdon samt områden som är skyddade av ett sprinklersystem. I kapprummen är även de enskilda sprinklerhuvudena markerade. Anledningen till att de övriga sprinklade områdena inte är lika detaljerade är dels på grund av avsaknaden av sprinklerritningar, men även på grund av svårigheten att visuellt observera antalet sprinklerhuvuden och deras placering under platsbesöket. Många av sprinklerhuvudena under scenen är i dagsläget blockerade av träkonstruktioner, kabelstegar, ventilationstrummor, rekvisita etc. Figur 18 visar plan 1.



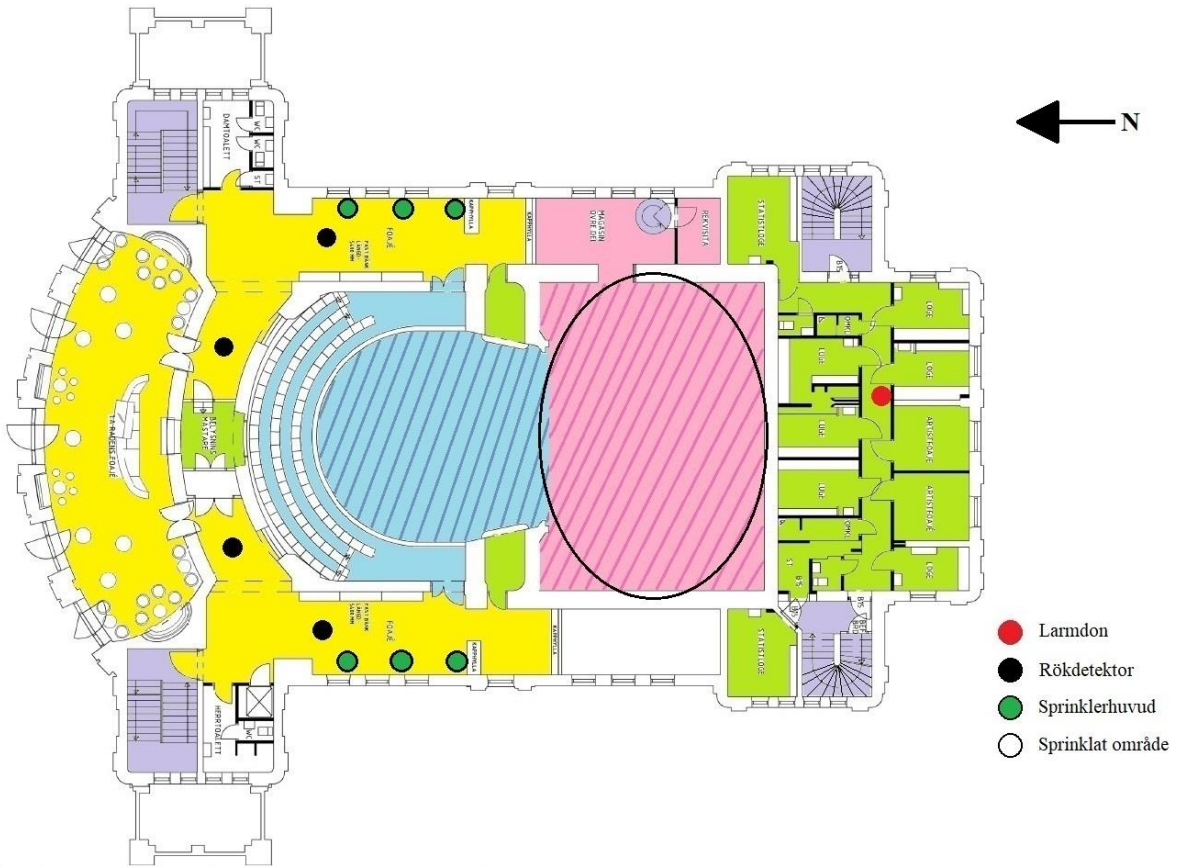
Figur 18. Plan 1: larm- och detektionssystem samt sprinklat område.

Det som kan observeras är att det enbart finns ett larmdon och en rökdetektor på denna våning. Figur 19 visar plan 2.



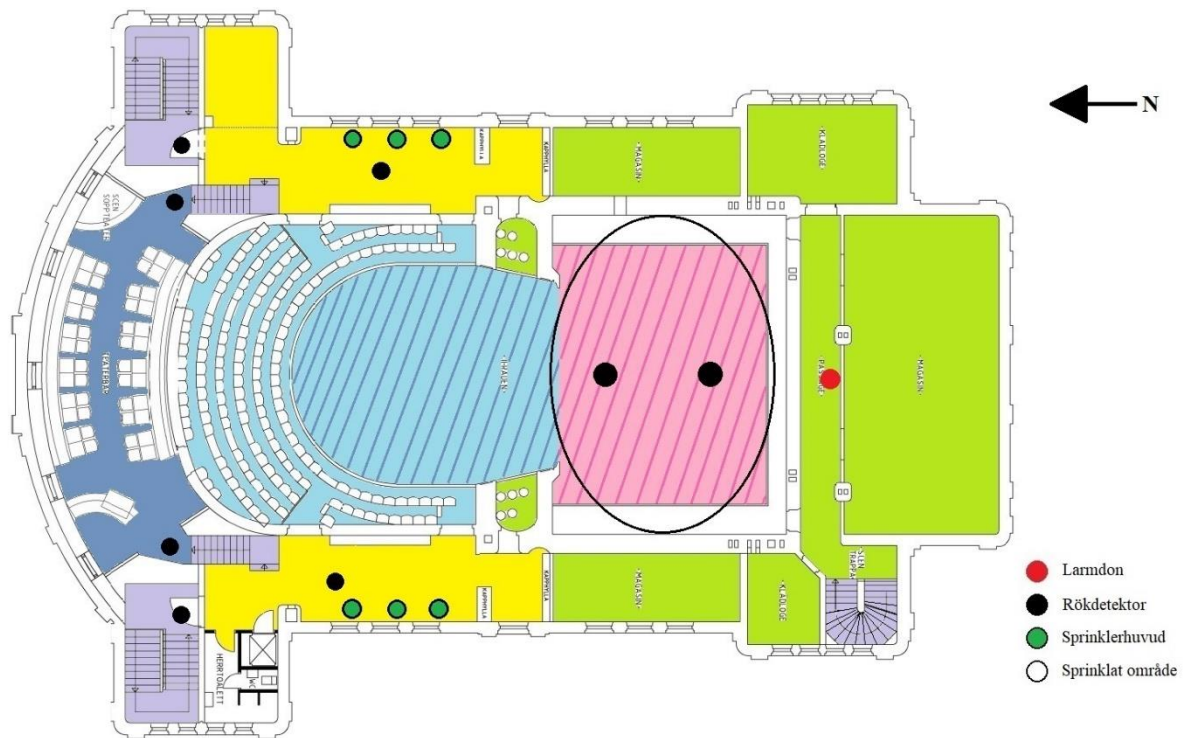
Figur 19. Plan 2: larm- och detektionssystem samt sprinklat område och sprinklerhuvuden.

På detta plan finns det fyra rökdetektorer och två larmdon. I kapprummen på vardera sidan av salongen finns det tre sprinklerhuvuden längs ytterväggen. Figur 20 visar plan 3.



Figur 20. Plan 3: larm- och detektionssystem samt sprinklat område och sprinklerhuvuden.

På detta plan finns fyra rökdetektorer och ett larmdon. I kapprummen på vardera sidan av salongen finns det tre sprinklerhuvuden längs ytterväggen. Figur 21 visar plan 4.



Figur 21. Plan 4: larm- och detektionssystem samt sprinklat område och sprinklerhuvuden.

På detta plan finns åtta rökdetektorer och ett larmdon. I kapprummen på vardera sidan av salongen finns det tre sprinklerhuvuden längs ytterväggen.

Det som kan observeras i figurer 18–21 är att det enbart finns en rökdetektor i personalytorna, och denna är placerad på bottenplan. Resten av detektorerna är placerade i de publika ytorna samt ovanför scenen, totalt finns det 17 detektorer. Personalytorna bakom scenen är utrustat med ett på alla plan heltäckande utrymningslarm medan de publika ytorna helt saknar utrymningslarm. Anledningen till avsaknaden av utrymningslarm i de publika delarna är att föreställningar inte ska störas av eventuella falsklarm. Det finns ingen larmlagring. Avsaknaden av heltäckande detektionssystem i personaldelarna motiveras med att personal ständigt är på plats och kan upptäcka branden.

3.3. Utrymningsvägar

Byggnadens utrymningsdörrar är markerade med tydliga och fungerande nödbelysningsskyltar. Vid platsbesöket var utrymningsvägar i de publika delarna fria, men utrymningsvägarna på plan 1 var delvis blockerade på vissa ställen. Ingen utrymningsväg var helt blockerad, utan samtliga gick att använda, om än i begränsad omfattning. Två av de tre besökarentréerna på plan 2 är utrustade med ett beslag som låser en av de två dörrarna, se Figur 22. Beslaget måste vridas runt för att den högra dörren ska bli användbar, vilket gör att endast en av de två dörrarna används i vanliga fall.



Figur 22. Foto på besöksentré. Högra dörren är utrustad med svärmanövrerat beslag.

Besökarentréerna och nödutgångarna i trapphusen är alla 135 centimeter breda. Dörrarna i salongen är 80 centimeter breda, gäller samtliga plan.

3.4. Personal

Personalen utför utrymningsövningar, samt genomgår en utbildning i första hjälpen och användning av hjärtstartare. Vid utrymning är personalen instruerad att dra ut rullstolsburna besökare på räddningsmadrasser. Huruvida personalen genomgår regelbundna brandövningar är okänt.

3.5. Släckutrustning och andra hjälpmedel

Släckutrustningen på Östgötateatern inkluderar brandposter i kapprummen på varje våningsplan. I publika utrymmen finns inga handbrandsläckare, av estetiska skäl. Det finns ett fåtal handbrandsläckare fördelade bakom scenen och i teknikutrymmen samt en i källaren.

3.6. Brandgasventilation

Brandgasventilation finns ovanför scenen i form av manuella brandgasluckor som öppnas genom att dra i en kedja längst bak på scenen. Dessa är inte kopplade till något detektionssystem. Dessa används inte i simuleringarna, dels för att de är i brandcellen där scenen ligger, som inte simuleras, och för att ingen information hittades om huruvida personalen har utbildning i hur och när rökluckorna ska användas. Det kan dock tänkas att rökluckorna kan vara ett bra verktyg för räddningstjänsten att vädra ut brandgaserna efter en brand.

3.7. Räddningstjänst och tidigare incidenter

Räddningsinsatser på Östgötateatern sköts av räddningstjänsten Östra Götaland. Det finns två stationer i närheten till teatern; Räddningsstation Kallerstad och Lambohov. Stationen Kallerstad är närmast och ligger 2,8 kilometer ifrån objektet och har en insatstid på cirka 6 minuter. Räddningsstationen Lambohov ligger 4,7 kilometer ifrån teatern med insatstid på cirka 10 minuter. Inga tidigare incidenter har krävt räddningstjänstens närvaro.

3.8. Observerade avvikelser

Under besöket observerades en rad avvikelser som kan komma att förvärra en brand eller fördröja utrymning vid tillfälle av brand. Dels finns anordningar i form av rep för att ställa upp dörrarna till salongen, som Figur 23 visar. De är utformade på ett sådant sätt att det även går att blockera dörrarna, något som kan låsa in personer i brandrummet.



Figur 23. Rep som används för att ställa upp dörrar till salongen. Foto taget i kapprum på plan 2.

Det observeras även att det vid dörrar i brandcellsgränser finns tunga objekt som används för att ställa upp dörrarna. Detta gör att dörrarna inte kan stängas, vilket kan vara negativt vid brand med rökspridning.

4. Identifiering av brandscenarier

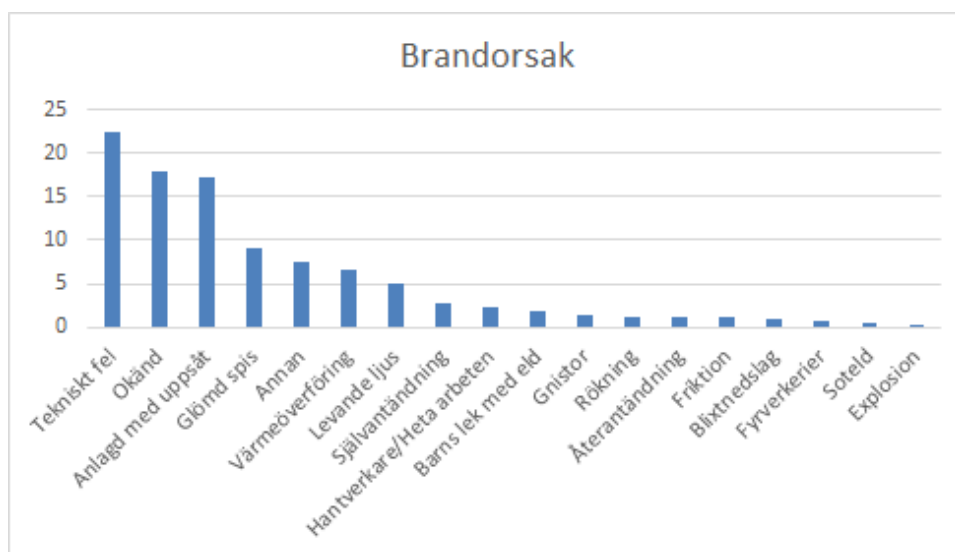
Ett antal möjliga brandscenarier har identifierats för Östgöteatern. Dessa presenteras nedan i en kvalitativ grovanalys. En bedömning av varje scenarios sannolikhet och konsekvens görs baserat på en ordinalskala med de tre alternativen låg, medel och hög. Konsekvensbedömningen baseras på hur mycket scenariot anses påverka utrymningen av lokalen, se Tabell 1. Konsekvensernas definitioner är satta efter författarnas egna bedömningar

Tabell 1. Ordinalskala för konsekvensbedömningar

Konsekvensbedömning	Definition
Låg	Människors utrymning påverkas inte nämnvärt av branden. Inga blockerade utgångar till följd av branden, ingen eller obetydlig rökspridning till utrymningsvägarna. Ingen eller små skador på människor.
Medel	Människors utrymning påverkas av branden. Risk för oanvändbara utgångar till följd av branden, rökspridning till utrymningsvägarna. Lindriga skador eller måttliga skador på människor.
Hög	Människors utrymning påverkas nämnvärt av branden. Risk för oanvändbara utgångar till följd av branden, betydande rökspridning till utrymningsvägarna. Svåra skador eller dödsfall.

4.1. Statistik och sannolikhet

Bedömningen av sannolikheten grundas på data från IDA, som är ett statistik- och analysverktyg framtaget av MSB. Statistiken, se Figur 24 är framtagen från insatser teater/biograf/museum (1998–2004) och teater/biograf/museum/bibliotek (2005–2015) (MSB). Statistiken bygger på 612 insatser.



Figur 24. Statistik över brandorsak från IDA-databasen.

Sannolikhetsbedömningen baseras på hur troligt scenariot anses vara, se Tabell 2.

Tabell 2. Ordinalskala för sannolikhetsbedömningar.

Sannolikhetsbedömning	Definition
Låg	Brandorsak: Listade brandorsaker i Figur 24 som står för mindre än 10 % av incidenterna.
Medel	Brandorsak: Listade brandorsaker som står för mellan 10–20 % av incidenterna.
Hög	Brandorsak: Listade brandorsaker som står för mer än 20 % av incidenterna, det vill säga tekniskt fel.

4.2. Beskrivning av brandscenarier

I detta avsnitt görs en kvalitativ grovanalys av möjliga brandscenarier för objektet. I grovanalysen görs även en bedömning av scenariots sannolikhet och konsekvens enligt föregående avsnitt.

4.2.1. Plan 1

Nedan listas de brandscenarier som identifierats för plan 1.

Brand under scen

Utrymmet under scenen används som förvaring av rekvisita och teknik. Det fungerar även som enda passage för musikerna till och från musikdelen. I utrymmet finns en stor del brännbart material, så som rekvisita, kablar och träkonstruktioner. Taket (som är golv till scenen) består av plywood och väggarna består av betong. Det finns även pelare av obehandlat trä och stål.

Möjlig antändningskälla i utrymmet är tekniskt fel. Sannolikheten för denna typ av antändningskälla anses hög baserat på statistik från IDA där elfel är den största brandorsaken i denna typ av verksamhet och på grund av den stora mängden teknisk utrustning och bristen på underhåll. I utrymmet finns sprinkler med smältbläck och bulb blandat och en del av dessa är blockerade av rekvisita eller dylikt. Det finns inget detektionssystem i utrymmet. Mellan utrymmet och musikdelen finns en brandklassad vägg och dörr. Dörren har ingen stängningsmekanism, och väggen har flera stora hål där kablar dragits. Scenen är i direkt anslutning till salongen, där gästerna befinner sig under en föreställning. En brand under scen med rökutveckling kan därför påverka utrymningen av besökarna. Även utrymningen av musikerna påverkas då de måste utrymma genom brandrummet eftersom kanten mellan musikerdelen och salongen är mer än två meter hög utan trappa eller liknande.

Scenariot med brand under scen anses vara en av de allvarligaste bränder som kan ske i teatern. Spridningsrisken av en brand anses hög på grund av brandbelastningen och bristerna i brandskyddet. Branden har potential att orsaka svåra skador och dödsfall.

Sannolikhet: Hög

Konsekvens: Hög

Brand i personalrum

I personalrummet finns bord, stolar, gardiner och en köksdel med vask, kaffebryggare, kyl och mikrovågsugnar. Väggar och tak består av obrännbara ytskikt. Ena väggen är täckt av tyger. Möjlig antändningskälla är elfel i köksdelen och anlagd brand. Personalrummet har inga detektorer eller brandskyddssystem, men en detektor finns i brandcentralen som ligger intill personalrummet. De brännbara materialen (stolar, tyger, elektrisk utrustning) är utspridda i rummet och i korridoren utanför finns en försumbar mängd brännbart material, brandspridningsrisken är därför låg. Det är rimligt att anta att det befinner sig ett fåtal personer i personalrummet åt gången och att samtliga har god lokalkännedom. En utrymning bedöms därför inte bli problematisk. Branden förväntas ge små eller inga skador på människor.

Sannolikhet: Medel

Konsekvens: Låg

4.2.2. Plan 2

Nedan listas de brandscenarier som identifierats för plan 2.

Brand på scen

På scenen finns det kulisser, rekvisita, lampor, strålkastare och en stor mängd teknik. Det finns många antändningskällor i utrymmet, exempelvis tekniskt fel, anlagd brand och pyroteknik. Sprinkler finns installerade 14 meter över scenen, och rökdetektorer 16 meter över scenen. De stora avstånden gör att de aktiva systemen inte kommer förhindra tillväxt av en mindre brand, vilket gör att det finns en stor spridningsrisk. När pyroteknik eller teknik används och är potentiell antändningskälla kommer det finnas personal på plats. En brand på scen skulle därför snabbt upptäckas. Scenen har en metallridå som avgränsar scenen från publikutrymmet som kan fungera som brandvägg. Ridån hissas ned för hand eller med en motor. Nedhissningstiden är 20 sekunder i båda fallen. Motorn är inte kopplad till något brandskyddssystem och måste aktiveras manuellt. En brand på scen har potential att förstöra mycket rekvisita och kräva omfattande saneringsarbeten. Precis som brandscenario under scen kan en brand på scen påverka utrymningen. Branden har potential att orsaka svåra skador och dödsfall.

Sannolikhet: Hög

Konsekvens: Hög

Brand i kapprum

Utanför salongen finns kapprum där besökande kan hänga ytterkläder och väskor. Väggarna och taket består av obrännbart material. Området är sprinklat och utrustat med rökdetektorer. En möjlig antändningskälla är en anlagd brand. Vid föreställningar med många besökande kommer brandbelastningen i kapprummet vara hög, speciellt under de kallare månaderna då man generellt har mer kläder att hänga av. Utgångarna från salongen mynnar ut i kapprummen, vilket innebär att en brand kan försvåra utrymningen. På grund av detektorer och sprinkler i utrymmet är risken för brandspridning låg. Eftersom kapprummet är den väg gästerna använder för att ta sig in i salongen kommer en brand i kapprummet påverka utrymningen. Branden kan orsaka måttliga skador på människor.

Sannolikhet: Medel

Konsekvens: Medel

Brand i salong

Salongen består av ett bottenplan och två balkonger med ett totalt antal sittplatser på 388 stycken, inklusive tre rullstolsplatser på balkongen på våning två. Vid bortre väggen på bottenplanet finns ett teknikbås. Väggar och tak är av betong med gipsstukaturer och på golvet ligger heltäckningsmatta. Inredningen består av sammetsstolar. Möjliga antändningskällor i salongen är tekniskt fel i teknikbåset. Mängden teknik i teknikbåset är relativt liten, och de kablar och elektrisk utrustning som finns är väl underhållen. Sannolikheten för att ett tekniskt fel kan inträffa i teknikbåset bedöms därför som låg. I salongen finns ingen detektion eller automatiskt släcksystem. Brännbarheten hos sammetsstolarna är okänd, varför det är svårt att bedöma hur ett brandförlopp skulle kunna se ut i salongen. Vid föreställning befinner sig upp till 388 personer i salongen. En brand i salongen kommer försvåra utrymningen på grund av rökspridning. Branden har potential att orsaka svåra skador och dödsfall.

Sannolikhet: Låg

Konsekvens: Hög

Brand i loge

Direkt bakom scen på första våningen finns en korridor där det förvaras kläder, i anslutning till korridoren ligger loger, perukmakeri, skråreri och andra diverse smårum. I utrymmet finns relativt stora mängder brännbart material i form av stoppade möbler, kläder, rekvisita, elektronik osv. Alla ytskikt är obrännbara men det finns varken detektions- eller släcksystem, närmaste rökdetektor finns en våning ned i trapphuset vid brandcentralen. I utrymmet finns ett antal antändningskällor såsom: tekniskt fel, kvarglömda ljus, anlagd brand osv, med hög sammanlagd sannolikhet. Logerna används frekvent av teaterns personal, som kan antas ha god lokalkännedom. Det bör dock tilläggas att det finns sängar i många av logerna vilket tyder på att personalen sover i teatern ibland.

Sannolikhet: Hög

Konsekvens: Medel

4.2.3. Plan 3

Nedan listas de brandscenarier som identifierats för plan 3.

Brand i bar

På våning tre finns en publik foajé med en bar där det säljs dryck och snacks i föreställningspauser. Utrymmet har en mycket begränsad mängd brännbart material, i princip skulle enbart baren kunna brinna. Det finns inget detektions- eller släcksystem i lokalen. En eventuell antändningskälla skulle kunna vara elfel i exempelvis kaffemaskinen. Ett eventuellt problem skulle kunna vara att det vistas en stor mängd människor i salen och på grund av bristen på utrymningslarm och hög ljudnivå kan det vara svårt för personalen att få besökare att utrymma. Spridningsrisken anses vara mycket låg, varav utrymningen bör kunna genomföras utan problem. Branden förväntas orsaka små eller inga skador.

Sannolikhet: Låg

Konsekvens: Låg

4.2.4. Plan 4

Nedan listas de brandscenarier som identifierats för plan 4.

Brand i soppteatern

På översta våningen finns en soppteater. Besökare sitter vid runda bord och äter lunch under föreställningen. Vidare finns en bar och en liten scen, heltäckningsmatta och obrännbara väggar och tak. Möjlig antändningskälla är gnistor från elektrisk utrustning. Rökdetektor finns strax utanför rummet. Då utrymmet är litet och överblickbart bör brand upptäckas snabbt av personal och besökare under föreställning. Vid brand utanför föreställningstid finns det risk att en brand bli okontrollerbar för personalen då det inte finns automatisk detektion i rummet. Spridningsrisken anses låg då mängden brännbart material utanför utrymmet är mycket begränsat och på relativt långt avstånd från öppningarna, och en brand kommer därför inte försvåra utrymningen avsevärt. Branden förvänta små eller inga skador.

Sannolikhet: Medel

Konsekvens: Låg

Brand över scen

Ovanför scen på cirka 14 meters höjd finns ett golv av glesa träplankor för tekniker med cirka två meter till innertaket. I utrymmet finns en stor mängd kablar, damm, flamskyddade tyger, tekniska komponenter för t.ex. upphissning av ridå och kulisser av brännbart material. Väggar och tak är obrännbara. Sannolikheten för brand i elektrisk komponent anses hög, speciellt i kombination med mängden damm i lokalen. Det finns rökdetektorer och sprinkler i innertaket och sprinkler under trägolvet. Konsekvensen anses låg då brand bör detekteras snabbt och spridningen begränsas av det heltäckande sprinklersystemet.

Sannolikhet: Hög

Konsekvens: Låg

4.3. Riskmatris

Brandscenarierna från grovanalysen presenteras i en riskmatris i Figur 25.

		Konsekvens		
		Låg	Medel	Hög
Sannolikhet	Hög	Brand över scen	Brand i loge	Brand under scen, Brand på scen
	Medel	Brand i personalrum, Brand i soppteatern	Brand i kapprum	
	Låg	Brand i bar		Brand i salong

Figur 25. Riskmatris för samtliga scenarier.

4.4. Val av brandscenarier för vidare analys

Baserat på riskmatrisen har scenario *Brand under scen*, *Brand i kapprum* samt *Brand i salong* valts ut för vidare analys. Scenarierna har valts eftersom dessa anses vara representativa värsta troliga fall för Östgötateatern. Personalen antas ha bra lokalkännedom och har därmed större möjlighet att utrymma vid händelse av brand, därför har scenario *Brand i loge* och *Brand i personalrum* valts bort och diskuteras istället under 8. *Diskussion*. Scenario *Brand på scen* representeras av scenario *Brand under scen*. Scenario *Brand i bar* analyseras inte vidare eftersom både sannolikheten och konsekvensen bedöms som låg.

5. Teori

Nedan presenteras den teoretiska bakgrunden som används vid analyserna av de utvalda scenarierna.

5.1. Utrymningsförlopp

Utrymningsförloppen antas följa utrymningsmodellen i Brandskyddshandboken #6 (Frantzich, et al., 2017):

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

där

$t_{\text{utrymning}}$ är den totala tiden för utrymning ur en lokal (RSET)

$t_{\text{varseblivning}}$ är den tid då den avvikande händelsen uppfattas

$t_{\text{förberedelse}}$ är tiden mellan att den avvikande händelsen uppfattas och utrymnings påbörjas

$t_{\text{förflyttning}}$ är tiden det tar att tömma lokalen

Den avvikande händelsen är i samtliga scenarion branden. $t_{\text{varseblivning}}$ är således tiden tills då branden upptäcks.

Termen $t_{\text{förberedelse}}$ påverkas ofta av föregående term. Om varseblivningen skett genom en tvetydig signal, så som ett avlägset larm, kommer förberedelsetiden fördröjas gentemot om det skett genom en tydlig signal så som synen av öppna lågor.

Tiden det tar att tömma lokalen, $t_{\text{förflyttning}}$, bestäms i stor utsträckning av besökarnas rörelseförmåga. Medelåldern hos de besökande på Östgöteatern är 60–65 år (Fornell, 2018). Den relativt höga medelåldern innebär att en del av de besökande troligtvis har nedsatt rörelseförmåga. Variationen i rörelseförmåga tas vidare upp i avsnitt 5.2. *Gånghastigheter* nedan.

5.2. Gånghastigheter

De besökande delas in i fyra kategorier:

A. *Rullstolsburna*. Kategori A innefattar:

- Personer som brukar manuell rullstol

B. *Nedsatt rörelseförmåga*. Kategori B innefattar:

- Personer med nedsatt rörelseförmåga till följd av skador eller hög ålder
- Personer som brukar rullator, kryckor eller käpp

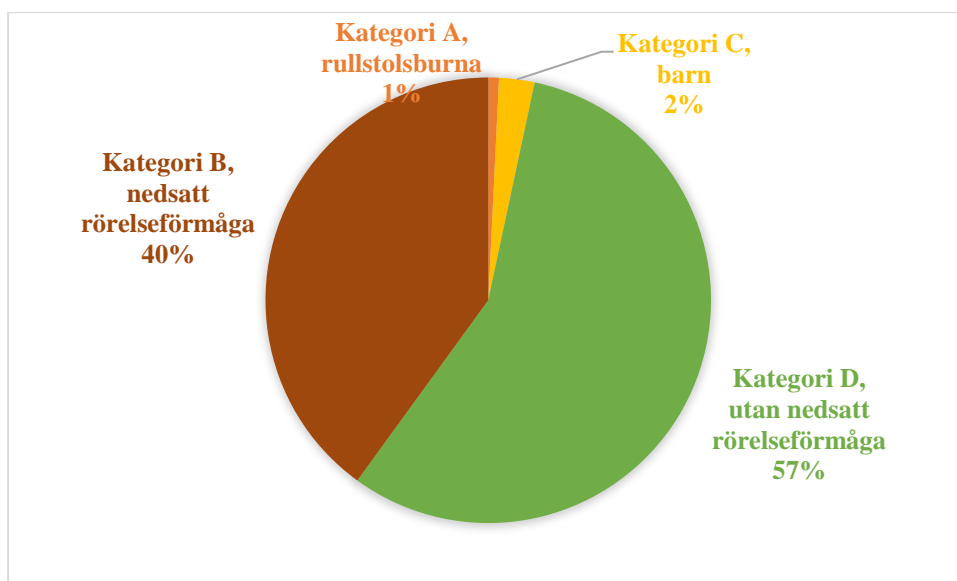
C. *Barn*. Kategori C innefattar:

- Personer under åtta år.

D. *Utan nedsatt rörelseförmåga*. Kategori D innefattar:

- Personer utan nedsatt rörelseförmåga som inte använder något slags gånghjälpmedel.

Figur 26 visar den antagna fördelningen av kategorierna hos de besökande.



Figur 26. Kategorifördelning baserat på gånghastigheter.

Gånghastigheten för de olika kategorierna redovisas i Tabell 3 (SFPE, 2002) (Kholshchevnikov, et al., 2012).

Tabell 3. Gånghastigheter för de olika kategorierna

	Horisontell hastighet [m/s]			Hastighet nedför trappor [m/s]		
	Medelvärde	Standardavvikelse	Intervall	Medelvärde	Standardavvikelse	Intervall
Kategori A	0.69	0.35	0.13-1.35	-	-	-
Kategori B	0.8	0.37	0.10-1.68	0.33	0.16	0.11-0.70
Kategori C	0.86	0.15	0.81-0.91	0.74	0.18	0.68-0.79
Kategori D	1.25	0.32	0.82-1.77	0.70	0.26	0.45-1.10

I simuleringsprogrammet Pathfinder kan gånghastigheter i trappor endast justeras genom att ange procent av ursprungliga gånghastigheten. För att representera de lägre gånghastigheterna i trappor kommer därför gånghastigheterna sänkas med 40 % i trappor för samtliga kategorier. Sänkningen baseras på medelvärdet av den procentuella skillnaden mellan den horisontella hastigheten och hastigheten nedför trappor för kategori B, C och D, se Tabell 4.

Tabell 4. Beräkning av rimlig justering av hastighet i trappor.

	Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori D
$\text{Medelvärde}_{\text{vertikalt}} / \text{Medelvärde}_{\text{Horisontellt}}$	-	0,41	0,86	0,56
		$(0,41+0,86+0,56)/3=0,61 \rightarrow 60 \%$		

5.3. Människors beteende vid brand

Det antas ofta att människor evakuerar direkt vid händelse av en brand. Dock är utrymningar mer komplexa än så, eftersom människor hanterar situationer olika. Mänskliga handlingar är komplexa och utrymning är inte endast en enkel fysisk rörelse, utan det handlar om psykologisk respons och stimuli. Som resultat av olika forskningar, en del teorier har utvecklats som försöker förklara människors beteende vid brand (Tong & Canter, 1985).

Anknytningsteorin, säger att människor tenderar att röra sig i riktningar som de känner igen, samt röra sig i grupper i nödsituationer. Det innebär att människor använder, i majoriteten av fallen, utgången där de kom in, i huvudsak huvudingången för teaterbesökare. Det kan i sin tur skapa köbildningar då nödutgångarna inte används så som de är dimensionerade för (Sime, 1985). Det möjligen kommer att spela en roll i Östgötateatern där människor kommer att utrymma i huvudsak genom huvudingången, där de känner igen sig. Det kan medföra köbildningar vid huvudingången, men inte vid nödutgångarna i trapphusen.

Tiden tills utrymningen påbörjas, det vill säga förberedelse- och varseblivningstiden påverkas av människors uppfattning av faran samt *beteendesekvensmodellen*. Människor underskattar ofta hur allvarlig branden är och på grund av det, har de ofta inte bråttom att utrymma. Det leder till längre nödvändig utrymningstid (RSET). Beteendesekvensmodellen förklarar människors beteende vid brand. Den säger att människor först tolkar informationen, för att sedan förbereda sig och till slut agera. Hur snabbt de reagerar på informationen beror på hur tydlig informationen är till att börja med (Tong & Canter, 1985). På Östgötateatern kan dessa faktorer spela roll, eftersom signaler från branden kan missuppfattas vara en del av föreställningen, samtidigt som det inte finns några larmdon i de publika delarna. Det gör att förberedelsetiden förlängs och därmed förlängs RSET.

Roll – regel modellen beskriver hur människor uppfattar sina och andras roller vid utrymning. Som ett exempel kan ett förhållande mellan lärare och student ses. Studentens uppgift är att lyssna på- och lära från vad läraren säger. Teorin säger att människor behåller roller de hade innan branden uppkom, vilket i fallet med lärar-student exemplet innebär att studenterna kommer att fortsätta att söka information från läraren. På Östgötateatern innebär detta att publiken kommer vänta på att få instruktioner från anställda på teatern (Tong & Canter, 1985).

5.4. Kritiska förhållanden

Kritiska förhållanden anses vara de nivåerna av temperatur, värmestrålning samt nivå av farliga komponenter i luften där det inte är säkert för människor att vistas (Frantzich, 2001). De fastställda kraven för säkerheten i Östgötateatern presenteras nedan i Tabell 5 (SFPE, 2002).

Tabell 5. Nivåer för de kritiska förhållanden

	Acceptabel nivå
Värmestrålning	< 2,5 kW/m ²
Temperatur	< 80 °C
Toxicitet CO	< 1500 ppm
Toxicitet CO ₂	< 5 volymprocent
Toxicitet O ₂	> 10 volymprocent

Temperaturen och värmestrålningen utgör viktiga faktorer när det kommer till personsäkerhet och utrymning vid brand. Smärtor som tillkommer vid utsättning för dessa faktorer försvårar och förlänger utrymningen samt kan orsaka medvetslöshet.

Den acceptabla nivån för värmestrålning sätts till 2,5 kW/m². Flertal studier visar att människor kan klara av värmestrålningen på den nivån under en längre period utan att skador uppstår (SFPE, 2002).

Vid vilken temperatur det uppstår brännskador beror på luftfuktigheten. En högre luftfuktighet ökar känsligheten för höga temperaturer vilket resulterar i en lägre maximal temperatur som människor kan klara av utan signifikanta skador. Alla bränder producerar en avsevärd mängd avdunstat vatten, vilket gör att, vid utrymning vid brand, ansätts en lägre temperatur om 80 °C som acceptabel gräns för säker utrymning jämför med om värmen skapats av något annat än brand (SFPE, 2002).

De flesta dödsfall sker på grund av inandning av toxiska gaser vid utrymning. Kolmonoxid (CO) och koldioxid (CO₂) är de vanligaste biprodukterna vid förbränning och utgör en stor fara vid utrymning. Kolmonoxid och koldioxid orsakar irritation i slemhinnor vid relativt låga koncentrationer. Redan vid 5 volymprocent koldioxid i luften känner människor av flera symptom som försvårar utrymningen, såsom hyperventilation och hög puls. Ökad andningstakt ökar intaget av andra toxiska gaser, vilket minskar tiden man kan exponeras för dessa gaser. Kolmonoxid har liknande effekter vid 1500 ppm efter cirka 20 minuter, men i kombinationen med koldioxid förväntas tiden förkortas på grund av den ökade respirationstakten (SFPE, 2002).

Rökbildning från en brand kan påverka sikten. Nedsatt sikt till följd av rökutveckling kan försvåra navigerandet i byggnaden och i värsta fall omöjliggöra utrymning. Sikt definieras inte som ett kritiskt förhållande i rapporten, men kommer att ses som en faktor i riskvärderingen.

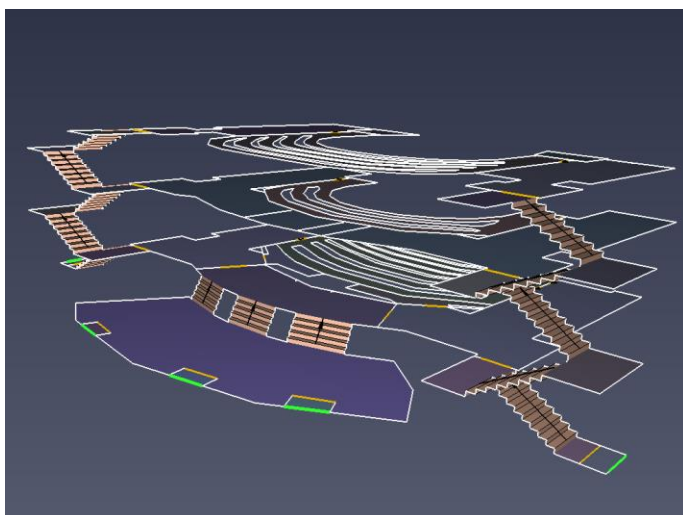
5.5. Simuleringsprogram

I rapporten har två simuleringsprogram använts; Pathfinder och FDS. Pathfinder användes till utrymningssimuleringarna, medan FDS används till simuleringar av bränderna. Dessa program valdes på grund av byggnadens komplexitet och den stora volymen i salongen.

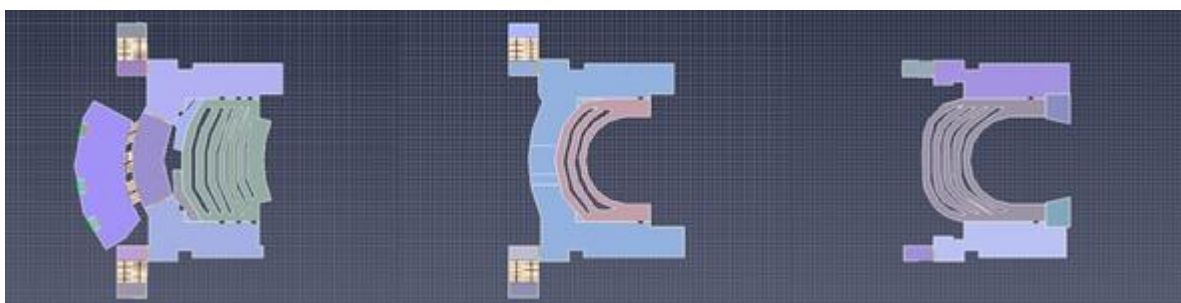
5.5.1. Pathfinder

Pathfinder är ett datorprogram framtaget för utrymningssimuleringar av *Thunderhead Engineering Consultants*, ett konsultföretag baserat i Kansas, USA (Thunderhead Engineering, 2014). Mer information om Pathfinder hittas i *Appendix A-Teoretisk bakgrund till Pathfinder*.

Endast de aktuella delarna av Östgötateatern har byggts upp i programmet. Uppbyggnaden av lokalen visas i Figur 27 och Figur 28.



Figur 27. Östgötateatern uppbyggd i Pathfinder, samtliga våningar



Figur 28. Östgötateatern uppbyggd i Pathfinder, per våning.

5.5.2. FDS

FDS är ett simuleringsprogram utvecklat av NIST, som är en del av *U.S Department of Commerce*. Programmet används för att simulera bränder i byggnader. Resultaten fokuserar på rök- och värmetransporten från branden (NIST, 2018). Mer om FDS finns att läsa i *Appendix B- Utrymningssimuleringar*.

5.5.2.1. Pyrosim

För större, mer komplicerade byggnader kan modelleringen i FDS vara väldigt tidskrävande då byggnaden skapas "för hand" med hjälp av programmeringsspråk. För att kringgå detta används programmet Pyrosim, skapat av Thunderhead Engineering. I Pyrosim går det att rita en byggnad i 3D från grunden, alternativt importera en CAD-fil. En fördel är att när objektet ritas så syns det i programmet vilket innebär att det är lättare att se ifall t.ex. en vägg får fel dimensioner. Det går även att placera ut utrustning så som detektorer och slice files. Resultaten från dessa går sedan att observera i utdatan från FDS samt i Smokeview (Thunderhead Engineering, 2014). Pyrosim genererar därefter en inputkod som FDS kan läsa.

5.5.2.2. Smokeview

Smokeview är ett program, framtaget av NIST, som kan användas för att utvärdera resultat från FDS-simuleringar. Programmet börjar med att bygga upp simuleringens geometri och sedan finns möjligheten att "uppleva branden" genom att spela upp simuleringen visuellt för att observera resultat från inlagda slice files och rökfyllnad (Forney, 2013).

5.5.3. DETACT

DETACT är ett datorprogram utvecklat av NIST för att beräkna aktiveringstiden för termiska element, det vill säga sprinklerhuvuden och värmedetektorer. Programmet används för att jämföra aktiveringstider för sprinklerhuvuden med olika RTI – värden. DETACT använder sig av indatan såsom takhöjden, detektorplacering i relation till branden, omgivnings- och aktiveringstemperatur, RTI – värde, och tillväxthastigheten för branden för att beräkna aktiveringstiden (NIST, 2014).

6. Analys av scenarier

I detta kapitel analyseras de utvalda scenarierna från avsnitt 4.4.-*Val av brandscenarier för vidare analys.*

6.1. Scenario Brand under scen

I detta avsnitt analyseras scenario *Brand under scen* vidare. Analysen inleds med en beskrivning av scenariot. Beskrivningen fungerar som en påbyggnad för den beskrivning som gavs i grovanalysen. ASET för scenariot tas fram med hjälp av utrymningssimuleringar i Pathfinder. RSET tas fram genom brandsimuleringar i FDS. Resultaten från simuleringarna jämförs, varefter en diskussion förs kring huruvida scenariots konsekvenser är acceptabla eller inte.

6.1.1. Scenariobeskrivning

En brand uppstår i elektrisk komponent och antänder soppåsar som sedan antänder ett upplag med träskivor under en pågående teaterföreställning. Branden växer och begränsas vid någon punkt av sprinklersystemet, då hela utrymmet inte täcks av sprinklersystemet kommer branden kunna antända resten av utrymmet vilket inkluderar stora mängder kablar, elektronisk utrustning och diverse rekvisita. Då utrymmet saknar detektionssystem upptäcks branden först när röken sprider sig ut i salongen. De kablar som brinner producerar klorgas (HCl) vilket är ett irriterande ämne. På grund av det irriterande ämnet kommer utrymningen försvåras för de personer som kommer i kontakt med brandröken. Musikerna kan endast ta sig ut via utrymmet som är i kontakt med rum 1. Eftersom branden antas upptäckas först då röken spridit sig till detta utrymme innebär det att musikerna kommer behöva utrymma genom mycket toxisk brandrök. Upplägget för brandrummet visas i Figur 29.

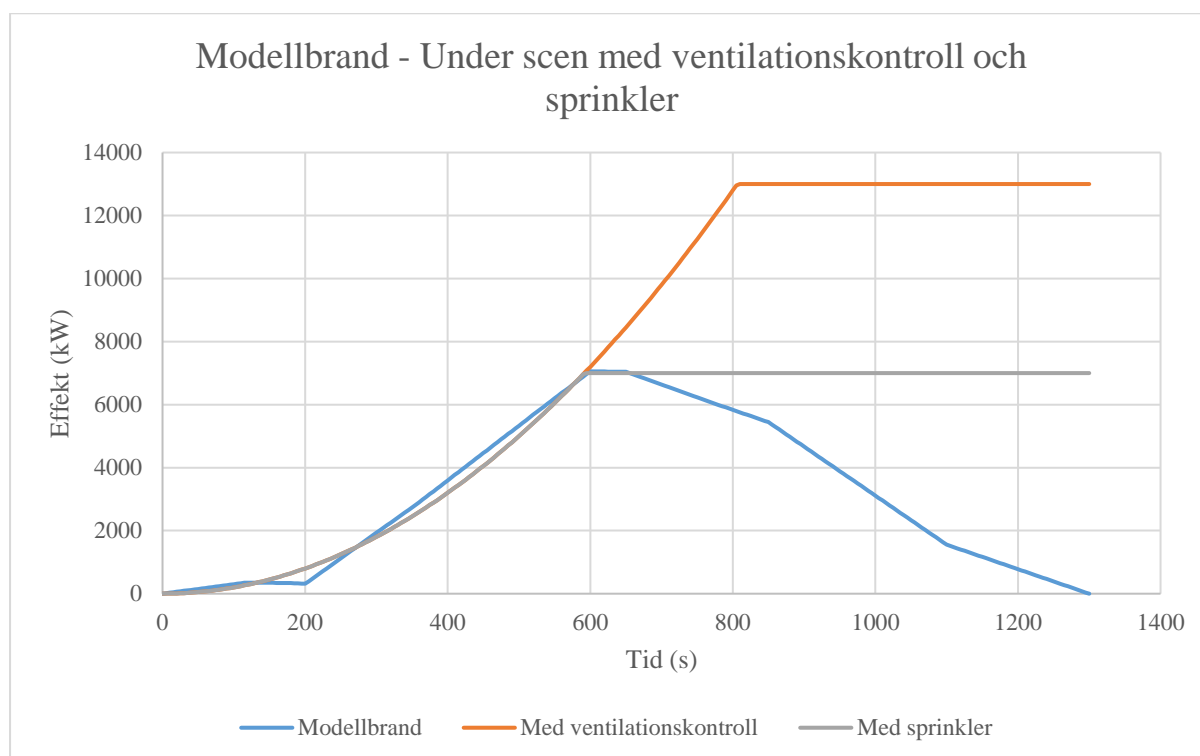


Figur 29. Foto på utrymmet under scen där branden startar.

6.1.2. Simulering av representativ brand

En brand i utrymnet simulerades i FDS för att erhålla tid till kritiska förhållanden, för fullständig kod se *Appendix F-Indata till FDS*. Först skapades en modellbrand med hjälp av superpositionsprincipen där kurvor från olika försök adderades. Träskivorna representeras av försök på två högar med lastpallar med en höjd på 1.22 m, resultatet visas med blå linje i Figur 30 nedan. Då det anses troligt att en brand av den storleken kommer leda till att hela rummet antänder antas det att branden kommer följa den initiala tillväxten tills branden blir ventilationskontrollerad. Maxeffekten för ventilationskontroll beräknas till 13 MW, för beräkningsgång se *Appendix C-Modellbränder*. Tillväxten approximeras med hjälp av en α - t^2 kurva med α -värde 0.02 kW/s^2 enligt orange linje i Figur 30 nedan.

Sprinklersystemet under scen måste även beaktas. Då det finns olika typer av sprinklerhuvuden görs antagandet att alla består av den ”sämsta” typen, smältbleck. Då det ej fanns möjlighet att testa ett av dessa sprinklerhuvuden för att ta fram en aktiveringstemperatur och ett RTI-värde, antas smältbleckssprinklern vara av typen ”Globe Technologies Model A Link” vilket ger värden på aktiveringstemperatur och RTI på 57°C och 177 (DeMasi & Sheehan, 2007). Sprinklersystemet anses dock på grund av dess uppställning inte vara särskilt effektivt och antas inte begränsa modellbranden med sopsäckar och träskivor utan endast förhindra vidare effektökning och övertändning. Detta stämmer bra i situationen då cirka hälften av ytan inte täcks av sprinklersystemet, för djupare inblick, se *Appendix C.-Modellbränder*.



Figur 30. Modellbrand för brand under scen.

De kriterier som kontrolleras med hjälp av FDS är temperatur, strålning och toxicitet i enlighet med avsnitt 5.4.-Kritiska förhållanden.

6.1.3. Utrymningssimulering

Simuleringsprogrammet Pathfinder används för att simulera utrymningen.

Teatern antas vara fullsatt med 388 personer, varav tre är rullstolsburna. Inga nödutgångar är blockerade. De tre utgångarna i foajén har två dörrar vardera. I två av utgångarna är den ena dörren försedd med beslag som låser dörren och gör den svårmanövrerad. I simuleringarna har därför dörrarna utrustade med sådant beslag gjorts oanvändbara.

Enligt anknytningsteorin har människor en tendens att välja bekanta utgångar i en nödsituation. För mer detaljerad beskrivning av teorin se avsnitt 5.3 *Människors beteende vid brand*. Eftersom utgångarna i trapphusen inte används av besökare i normala fall kommer majoriteten av besökarna enligt teorin utrymma via utgångarna i foajén. Detta representeras i utrymningssimuleringarna genom att låta 90 % av besökarna utrymma genom foajén. Resterande 10 % utrymmer genom nödutgångarna i trapphusen. Scenariot simuleras fem gånger, där medelvärdet representerar resultatet. För varje simulering ändras egenskaperna för agenterna i Pathfinder. Agenterna får nya gånghastigheter, axelbredder och längder. Detta görs för att varje simulering ska innehålla en ny teaterpublik. Kategorifördelningen är samma genom samtliga simuleringar.

Gånghastigheter och kategorifördelning följer de presenterade under avsnitt 5.2.- *Gånghastigheter*. Simuleringarna i Pathfinder inkluderar inte varseblivningstid och förberedsetid. Dessa definieras separat och adderas till medelvärdet för simuleringarna, vilka tillsammans ger den nödvändiga tiden för en säker utrymning (RSET).

I Smokeview observeras att brandröken sprids ut i salongen efter 70 sekunder och detta representerar varseblivningstiden. För utrymningsscenario utan utrymningslarm där branden är synlig uppskattas förberedsetiden till 1,5 minuter (Frantzich, 2001).

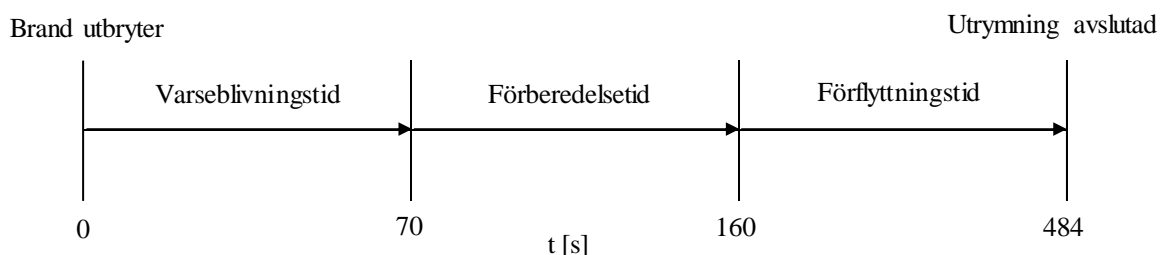
6.1.4. Resultat

Resultaten från utrymningssimuleringarna redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Den totala utrymningstiden från utrymningssimuleringarna.

Simulering	Tid [s]
1	356
2	278
3	356
4	336
5	295
Medelvärde	324

RSET beräknas enligt modellen i avsnitt 5.1 *Utrymningsförlopp* och redovisas som en tidslinje i Figur 31.



Figur 31. Tidslinje över utrymningsprocessen.

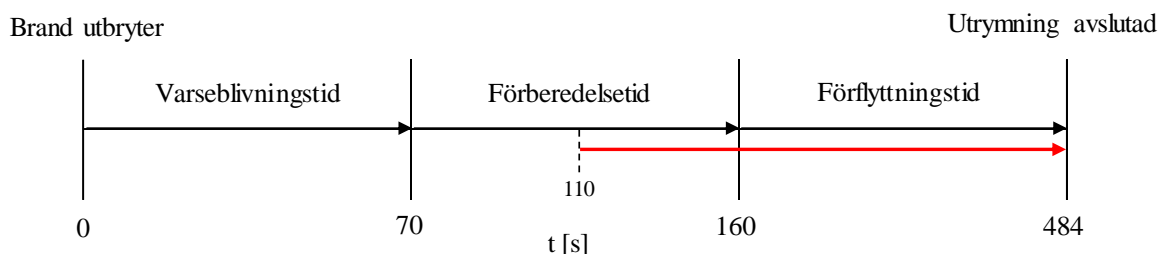
Det tar alltså cirka åtta minuter från brandens start tills dess att samtliga besökare har utrymt byggnaden.

Resultaten från FDS- simuleringarna presenteras i Tabell 7 nedan. Det som presenteras är de tider till kritiska förhållanden som påverkar utrymningen, om ett rum redan utrymmts då kritiska förhållanden uppstår tas ingen hänsyn till detta. För en mer djupgående inblick i resultaten se C2.- *Brand under scen..*

Tabell 7. Resultat från FDS-simuleringarna.

Variabel	Kritisk gräns	Tid (s)
Temperatur	80°C	Plan 1 110s (under scen)
Strålning	2.5 kW/m ²	Plan 1 300s (vid utrymningsdörr under scen)
Toxicitet	CO >1500 ppm CO ₂ >5 vol% O ₂ <10 vol%	-

Resultaten visar att kritiska förhållanden som påverkar utrymning enbart uppnås i utrymmet under scenen. Detta påverkar inte besökarna, men musikerna i musikeravdelningen måste utrymma genom utrymmet under scenen. För att åskådliggöra när under utrymningsförloppet kritiska förhållanden uppstår har en sammanslagning av Figur 31 och Tabell 7 gjorts, denna redovisas i Figur 32.



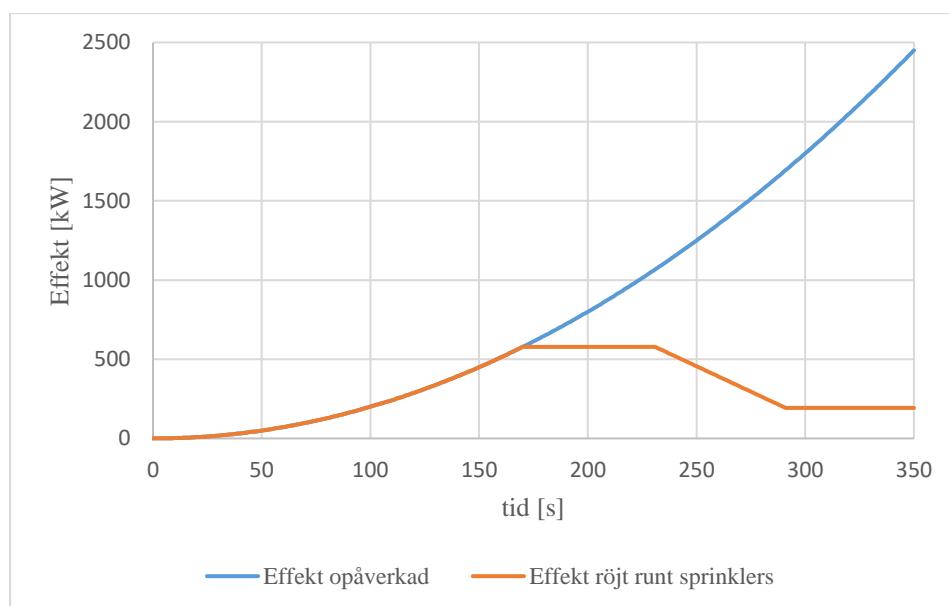
Figur 32. Sammanställning av tid till kritiska förhållanden och den totala utrymningstiden.

Den röda pilen illustrerar att ASET är 100 sekunder, men RSET är närmare åtta minuter.

6.1.5. Diskussion och åtgärdsförslag

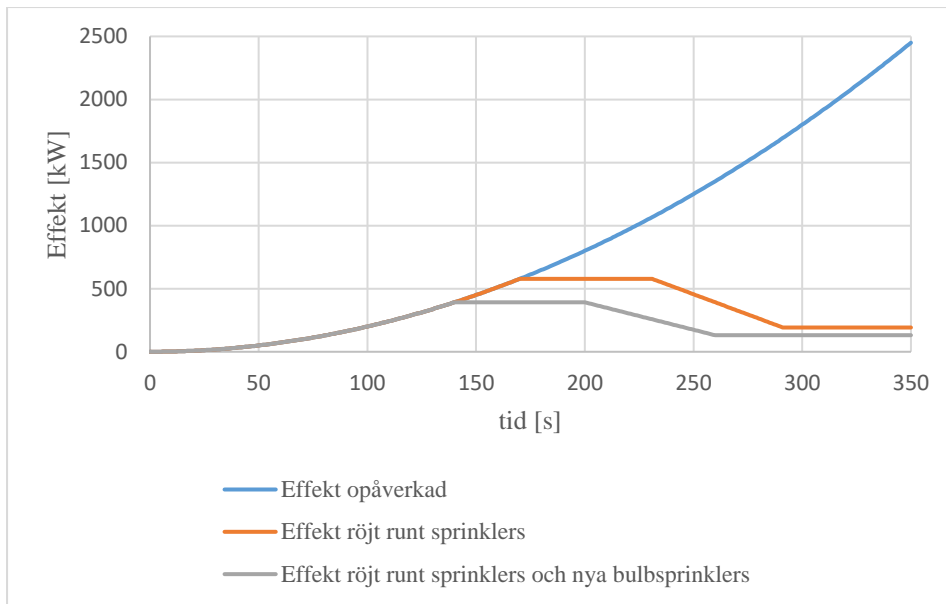
Resultaten visar på att kritiska förhållanden inte uppstår i de publika delarna under utrymningsförloppet. Under scenen uppstår kritiska temperaturförhållanden efter 110 sekunder och kritiska strålningsnivåer efter 300 sekunder. Detta påverkar inte besökarna, men utrymmet under scenen är musikernas enda utrymningsväg. Antas musikerna ha samma varseblivnings- och förberedelsetid som besökarna innebär detta att de behöver passera ett utrymme där kritiska temperaturförhållanden råder, utdata från FDS visar temperaturer på cirka 100 °C efter 160 sekunder av brandförloppet i utrymmet under scenen. Detta anses oacceptabelt då det kan leda till smärtor, skador och medvetlöshet. För att säkerställa musikernas säkerhet behövs någon typ av åtgärd som antingen begränsar branden så att kritiska förhållanden aldrig uppstår eller skyddar musikerna från branden.

Det bör säkerställas att sprinklerhuvuden har den täckyta som eftersträvas genom att röja under och runtomkring dem. Säkerställer man detta kan antagandet, som gjordes i avsnitt 6.1.2.-*Simulering av representativ brand*, att branden inte begränsades helt av sprinklersystemet ändras. Det hade inneburit att effekten hade påverkats av sprinklersystemet beroende på vilken effekt branden har vid aktiveringen. Om effektutvecklingen är över 5 MW stabiliseras effekten vid sprinkleraktiveringen, är den under 5 MW stabiliseras effekten vid sprinkleraktiveringen under första minuten för att sedan sjunka till en tredjedel. Vid en kontrollsimulering i DETACT, gjord för att beräkna när det nuvarande sprinklersystemet aktiverar, fanns tiden till aktivering vara 170 sekunder. Studeras Figur 30 samt utdatan ur FDS, ses det att effekten vid aktivering är cirka 580 kW. Figur 33 visar en jämförelse mellan det simulerade förloppet och det nya med föreslagen ändring. Förloppet har kortats ner för att underlätta avläsning i diagrammet.



Figur 33. Effektutveckling med och utan sprinkleraktivering.

För nuvarande finns det, som tidigare nämnts, tre olika sorters sprinklerhuvuden installerade i sprinklersystemet under scen. Sprinklerhuvudena bör bytas ut så att alla är av samma typ, förslagsvis en modernare bulbsprinkler med aktiveringstemperatur 68 °C och RTI värde 50. Vid en jämförande simulering i DETACT aktiverar denna typ av sprinkler 30 sekunder tidigare än den nuvarande smältbleckssprinklern. Om detta kombineras med åtgärdsförslaget att säkerställa sprinklerhuvudens täckyta, ser brandförloppet ut som i Figur 34. Även här har förloppet kortats ner.



Figur 34. Jämförelse mellan effektutvecklingen utan och med sprinkleraktivering, samt skillnaden mellan gamla och nya bulbsprinkler.

Utöver att detta reducerar risken för skador på människor så förhindrar det även att området under scenen och scengolvet totalförstörs.

Om brandcellsgränsen mellan utrymmet under scen och salongen tätas, säkerställer man att utrymningen av besökarna kan ske utan risk för skador även i de fall då branden inte ser ut som i detta scenario. Det skapar även en skyddande barriär för musikerna som annars exponeras för de utvällande brandgaserna. Musikerna bör även ges möjlighet att utrymma via salongen genom installation av en trappa som kan ta dem från den nedsänkta musikerdelen till salongens bottenplan. Det bör även installeras rökdetektorer i utrymmet för att säkerställa tidig detektion av brand.

6.2. Scenario Brand i kapprum

I detta avsnitt analyseras scenario *Brand i kapprum* vidare. Analysen inleds med en beskrivning av scenariot. Beskrivningen fungerar som en påbyggnad för den beskrivning som gavs i grovanalysen. ASET för scenariot tas fram med hjälp av utrymningssimuleringar i Pathfinder. RSET tas fram genom simuleringar i FDS. Resultaten från simuleringarna jämförs sedan varefter en diskussion förs kring huruvida scenariots konsekvenser är acceptabla eller inte.

6.2.1. Beskrivning av scenario

Jackor upphängda i ena kapprummet (se Figur 35) på en av de mittersta ställningarna antänds med öppen låga under fullsatt föreställning. Branden sprider sig snabbt till alla jackor och detekteras av rökdetektorerna i rummet, aktiverar sprinklers efter 100 s (beräknat med FDS, se C3. *Brand i kapprum*) och skapar därpå mycket rök omblandat i hela utrymmet. Tiden till sprinkleraktivering är lång då sprinklers i kapprummet är av smältblecktyp med högt RTI-värde. Besökarna blir varslade av att personalen kommer upp på scen och ber dem utrymma varpå besökarna rör sig mot närmaste utgång. När dörren mot brandrummet öppnas antas röken vara så pass tjock och branden så pass stor att besökarna backar och väljer en annan utgång. Efter detta antas dörrarna mellan brandrummet och salongen vara stängda då dörrarna stängs automatiskt och är utåtgående. Resultatet är att alla besökare på bottenvåningen måste

utrymma genom dörrarna på andra sidan salongen medan rök sprids i salongen. Då dörren mot trapphuset inte stängs automatiskt med brandlarmet antas alla dörrar mot trapphuset vara öppna under brandförloppet vilket skapar viss rökfyllnad i trapphuset.

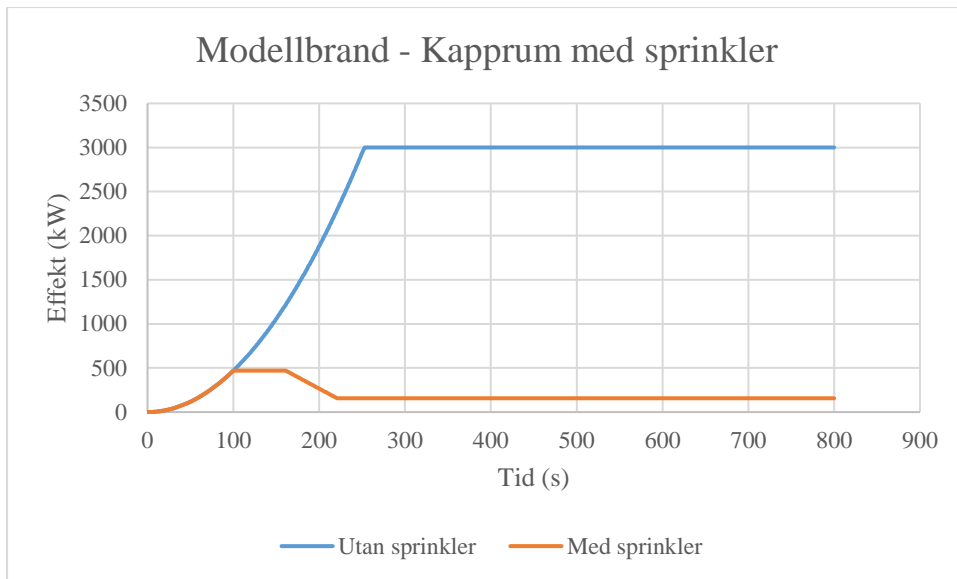


Figur 35. Kapprum utanför salongen på plan, västra delen av teatern. Foto taget från norr.

6.2.2. Simulering av representativ brand

För att få den tillgängliga tiden för utrymning simulerades branden i FDS, för fullständig kod se avsnitt F2. *Indata till Brand i kapprum*. Modellbranden utan sprinkler i Figur 36 nedan baseras på försök (Abrahamsson, 1997) som liknar uppställningen i kapprummen på bottenvåningen av Östgötateatern. Tillväxthastigheten sattes till $0,047 \text{ kW/s}^2$ och maxeffekten till 3 MW, för fullständig redogörelse över hur modellbranden skapades, se *Appendix C3-Brand i kapprum*.

För att erhålla aktiveringstiden för sprinklersystemet gjordes en separat simulering i FDS. Sprinklerhuvudena i kapprummet är av typen smältbleckssprinkler. Då det ej fanns möjlighet att testa ett av dessa sprinklerhuvuden för att ta fram en aktiveringstemperatur och ett RTI-värde, antas smältbleckssprinklern vara av typen "Globe Technologies Model A Link" vilket ger värden på aktiveringstemperatur och RTI på 57°C och 177 (DeMasi & Sheehan, 2007). Resultatet av simuleringen visar på att aktivering sker efter 100s. För att ta hänsyn till sprinklers effekt på branden görs kurvan om i enlighet med en metod baserad på resultat från försök på sprinklers effekt på bränder vid olika aktiveringseffekt (Nystedt, 2011). Denna metod finns beskriven i *Appendix C1.3.-Sprinklerbegränsningar*. Resultatet presenteras i Figur 36 nedan.



Figur 36. Modellbrand för kapproomsbrand med och utan sprinkleraktivering.

De kriterier som kontrolleras med hjälp av FDS är temperatur, strålning och toxicitet i enlighet med avsnitt 5.4.- *Kritiska förhållanden*.

6.2.3. Utrymningssimulering

Simuleringsprogrammet Pathfinder används för att simulera utrymningen.

Teatern antas vara fullsatt med 388 personer, varav tre är rullstolsburna. Inga nödutgångar är blockerade, men endast en av de två dörrarna i nödutgångarna i foajén är användbara. På grund av rökbildningen i kapprummet sätts de tre dörrarna i salongen som angränsar till kapprummet som oanvändbara, likaså dörren mellan kapprummet och trapphuset, se Figur 37. Gånghastigheter och fördelning följer de presenterade under avsnitt 5.2 *Gånghastigheter*. Simuleringarna i Pathfinder inkluderar inte varseblivningstid och förberedelsestid. Dessa definieras separat och adderas till medelvärdet för simuleringarna, vilka tillsammans ger den nödvändiga tiden för en säker utrymning (RSET).



Figur 37. Simuleringen uppsatt i Pathfinder, med rödmarkerade dörrar som inte kan användas.

Baserat på en undersökning gjord med delfi-metod från 2001 är fyra minuter en rimlig förberedelsestid för ett scenario där branden inte är synlig och utrymningslarm saknas (Frantzich, 2001). Eftersom detta stämmer in på scenariot sätts förberedelsestiden till fyra minuter.

Baserat på tiden till sprinkleraktivering från simuleringar i FDS sätts varseblivningstiden till 100 sekunder. Då sprinklersystemet i kapprummet aktiveras antas ljudet vara så högt att teaterbesökarna registrerar ljudet direkt.

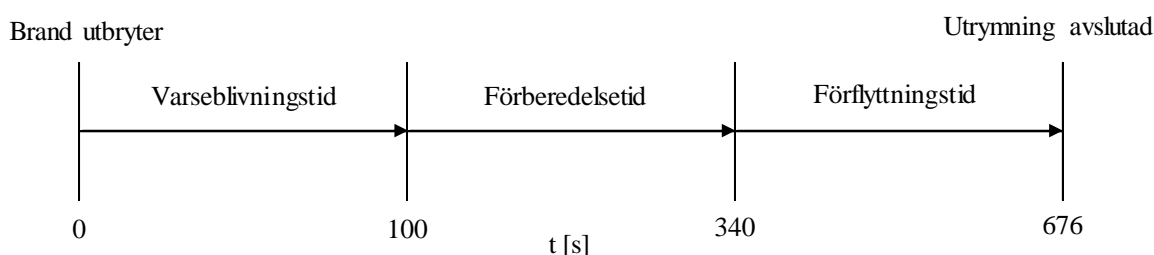
6.2.4. Resultat

Resultaten från utrymningssimuleringarna redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Den totala utrymningstiden från utrymningssimuleringarna.

Simulering	Tid [s]
1	315
2	289
3	397
4	338
5	339
Medelvärde	336

RSET beräknas enligt modellen i kapitlet Utrymningsförlopp och redovisas som en tidslinje i Figur 38.



Figur 38. Utrymningstiden för brand i kapprum

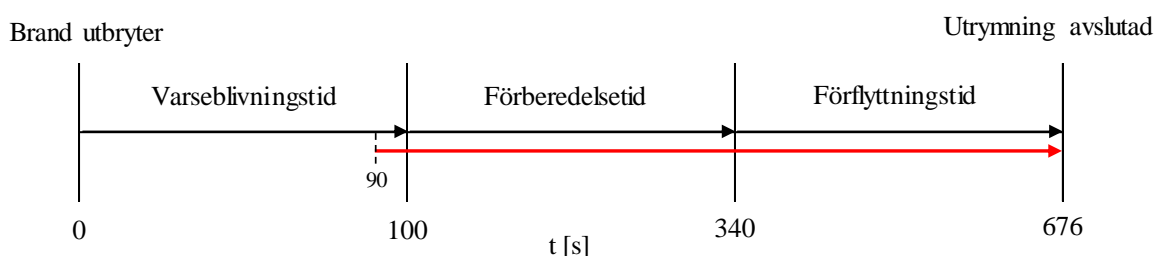
Det tar alltså cirka elva minuter från brandens start tills dess att samtliga besökare har utrymt byggnaden.

Resultatet från FDS-simuleringarna presenteras i Tabell 9 nedan. Det som presenteras är de tider till kritiska förhållanden som påverkar utrymningen, om ett rum redan utrymms då kritiska förhållanden uppstår tas ingen hänsyn till detta. För en mer djupgående inblick i resultaten se *Appendix E2.-Scenario Brand i kapprum*.

Tabell 9. Resultat från FDS-simuleringarna.

Variabel	Kritisk gräns	Tid (s)
Temperatur	80°C	Plan 2 90s (i brandrummet)
Strålning	2.5 kW/m ²	-
Toxicitet	CO >1500 ppm CO ₂ >5 vol%	-

Resultaten från FDS-simuleringarna visar att den kritiska temperaturen uppnås efter 90 sekunder i brandrummet närmast trapphuset. För att åskådliggöra när under utrymningsförloppet kritiska förhållanden uppstår har en sammanslagning av Figur 38 och Tabell 9 gjorts, vilket redovisas i Figur 39.



Figur 39. Utrymningstiden och tiden till kritiska förhållanden för brand i kapprum.

Det den röda pilen illustrerar är att ASET är 90 sekunder, men RSET är närmre elva minuter.

Sikten i trapphuset närmast branden inte är acceptabel för utrymning. Under tiden människor behöver använda trapphuset kommer sikten vara kraftigt nedsatt, se Tabell 10.

Tabell 10 - Tider till 2m och 0,5m sikt

Plan	Område [-]	Sikt 2m [s]	Sikt 0,5m [s]
2	Trapphusdörr	56	83
	Trapphus och foajé	124	166
3	Trapphus	110	140
	kapprum	200	280
4	Trapphus	134	190
	kapprum	255	280

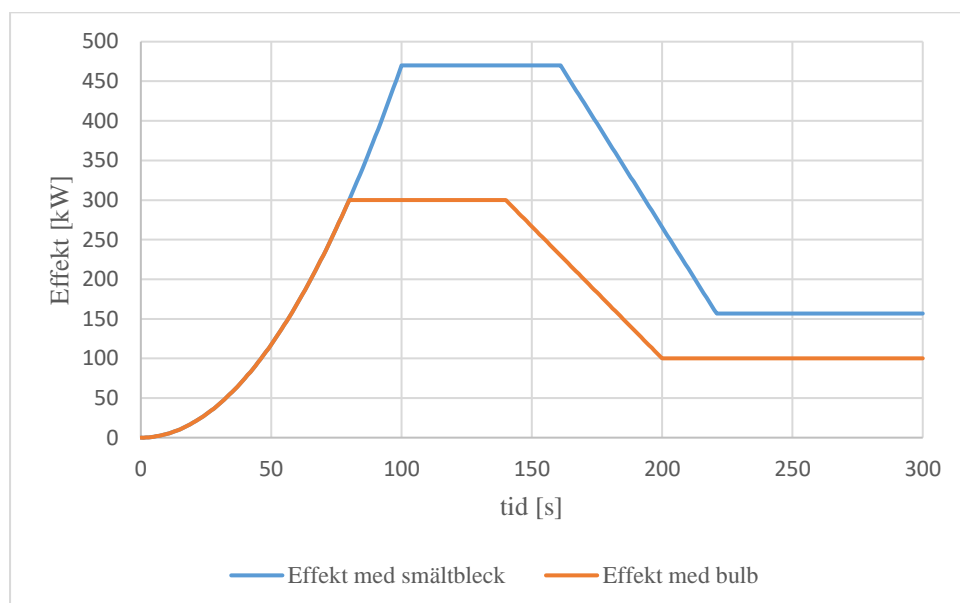
6.2.5. Diskussion och åtgärdsförslag

På grund av att dörrarna till trapphuset inte stängs när brandlarmet går igång kommer det fyllas med rök under brandförloppet, vilket innebär att människor behöver utrymma genom brandrök. För att förhindra detta bör dörrstängarna kopplas till det befintliga brandlarmssystemet då detta hade säkerställt att utrymningsvägarna i trapphusen hålls fria från rök.

På bottenplan i salongen är besökarna på de bakersta raderna begränsade till att utrymma genom endast en dörr. Då dessa dörrar kan spärras utifrån med hjälp av ett rep, illustrerat i Figur 23, bör stolsraderna öppnas upp så att besökare kan välja fler vägar vid utrymning utan att behöva klättra över andra stolar. Innan dess att teknikkåset byggdes var det så utformningen av bottenplanet såg ut, se Figur 8. Att besökarna är begränsade till en dörr innebär även att vissa av dessa besökare kommer utrymma genom kapprummet som brinner och utsättas för kritiska temperaturförhållanden, vilket även detta löses genom att öppna upp stolsraderna.

Sprinklerhuvuden i kapprummet är som tidigare nämnts av typen smältbleckssprinkler och aktiveras efter 100 sekunder. Hade dessa bytts ut mot modernare bulbsprinkler med aktiveringstemperatur 68 °C och RTI värde 50 så hade sprinklerna aktiverats fortare. En

simulering med DETACT visar på att aktiveringstiden hade förkortats med cirka 20 sekunder. Studeras Figur 36 visar detta i sin tur att brandförloppets effektutveckling minskar med 40 %, när det gäller maxeffekten minskar den från 500 kW till 300 kW. Detta åskådliggörs i Figur 40. Förloppet har kortats ner för att underlätta avläsning i diagrammet.



Figur 40. Skillnaden mellan effektutvecklingen med smältbleck och med bulb.

6.3. Scenario Brand i salong

I detta avsnitt analyseras scenario *Brand i salong* vidare. Analysen inleds med en beskrivning av scenariot. Beskrivningen fungerar som en påbyggnad för den beskrivning som gavs i grovanalysen. ASET för scenariot tas fram med hjälp av utrymningssimuleringar i Pathfinder. RSET tas fram genom simuleringar i FDS. Resultaten från simuleringarna jämförs sedan varefter en diskussion förs kring huruvida scenariots konsekvenser är acceptabla eller inte.

En viktig notis är att ett fel i indatan till FDS upptäckes sent i analysprocessen. Värdet för rökproduktion och CO är större än vad som var tänkt, vilket ger extra konservativa värden på resultaten. Följderna av detta diskuteras i avsnitt 6.3.5.-Diskussion och åtgärdsförslag.

6.3.1. Beskrivning av scenario

Brand startar i teknikbåset längst bak på första salongsvåningen under fullsatt föreställning på grund av tekniskt fel. Branden upptäcks snabbt då den är synlig för besökare och personal och utrymningen påbörjas. Branden sprider sig till stolarna runtomkring under utrymningen och kan blockera utgångarna längst bak på bottenvåningen i salongen. På grund av stolsradernas utformning skulle besökande placerade på de bakersta raderna närmast de blockerade utgångarna behöva klättra över stolsrader för att komma till en utgång. Med tanke på att medelåldern är 60–65 år kan detta utgöra ett problem för vissa av de äldre besökande.

6.3.2. Simulering av representativ brand

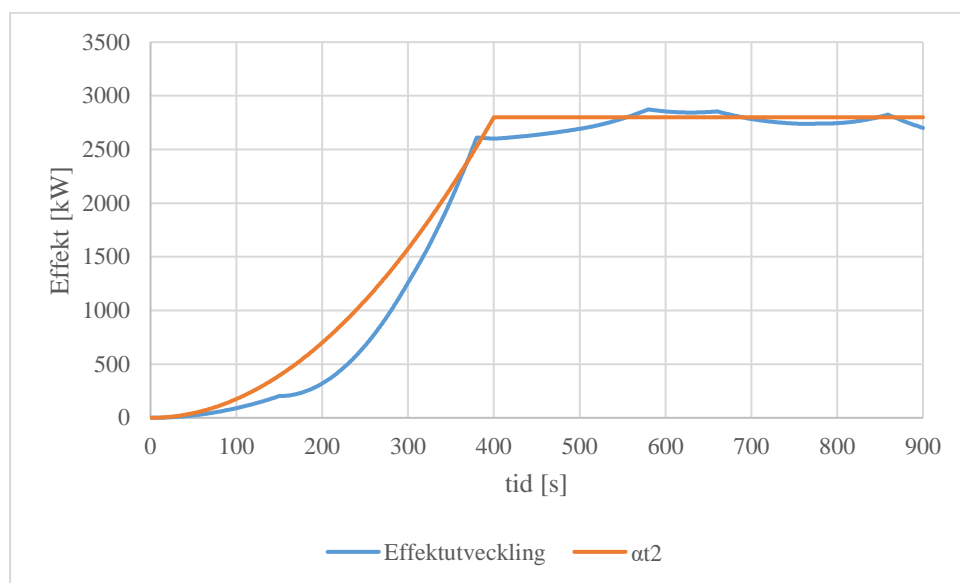
En brand i salongen simuleras i FDS för att erhålla tid till kritiska förhållanden, för fullständig kod se *Appendix F-Indata till FDS*.

Först skapas en modellbrand genom att addera effektutvecklingskurvor från olika försök med hjälp av superpositionsprincipen. Branden startar på grund av att ett elfel antänder

Ljudteknikerns mixerbord, det vill säga teknikerns instrument för att justera och ställa in ljudvolym. Sedan sprids branden till bordet som mixerbordet står på samt till själva båset som teknikern står i. Då ingen information angående salongsstolarnas eventuella flamskydd har tillhandahållits, har antagandet att de saknar flamskydd gjorts. Detta innebär att branden sprider sig till stolarna efter en viss tid.

Mixerbordet representeras av en monitor då inga representativa värden för mixerbord har funnits och bordet samt båset representeras av en hög med lastpallar med höjden 0,5m. Salongsstolarnas textilier antas vara polyester och då inga brandtester på salongsstolar tycks ha gjorts har stolarnas effektkurva tagits fram genom att studera kurvor för fåtöljer med polyestertyg, maxeffekten har dock reducerats.

Effektkurvan som erhålls efter användandet av superpositionsprincipen förenklas sedan med hjälp av en α - t^2 kurva och ges efter tillväxtfasen konstant effekt, detta syns i Figur 41.



Figur 41. Modellbrand för brand i salong.

α -värdet sätts till 0,0175 kW/s² och branden får en maxeffekt på 2800 kW. α - t^2 kurva överskattar brandens effekt under tillväxtfasen och detta ger konservativa resultat i FDS angående tid till kritiska förhållanden. Kurvan påverkas inte av sprinkleraktivering då salongen inte har ett sprinklersystem och en eventuell framtida installation döms ut av estetiska skäl. På grund av salongens volym och den förhållandevis lilla branden anses en eventuell övergång till ventilationskontrollerad brand vara osannolik. För fullständig redogörelse över hur modellbranden skapades, se *Appendix C-Modellbränder*.

6.3.3. Utrymningssimulering

Samma antagande görs för scenario *Brand i salong* som för scenario *Brand under scen*. Detta medför att simuleringarna för scenario *Brand under scen* kan appliceras på scenario *Brand i salong*. Eftersom branden är synlig för besökarna i salongen på våning 2 sätts förberedelsetiden för scenario *Brand i salong* till 1,5 minuter (Frantzych, 2001).

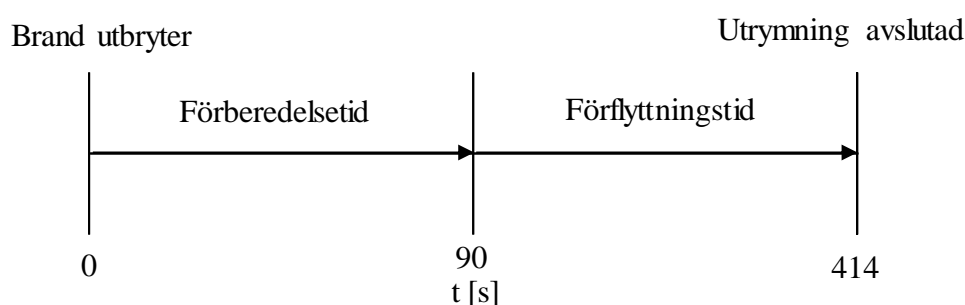
6.3.4. Resultat

Resultaten från utrymningssimuleringarna redovisas nedan i Tabell 11.

Tabell 11. Den totala utrymningstiden från utrymningssimuleringarna.

Simulering	Tid [s]
1	356
2	278
3	356
4	336
5	295
Medelvärde	324

RSET beräknas enligt modellen i kapitlet Utrymningsförlopp och redovisas som en tidslinje i Figur 42.



Figur 42. Utrymningstiden för brand i salong.

Det tar alltså cirka sju minuter från brandens start tills dess att samtliga besökare har utrymt byggnaden.

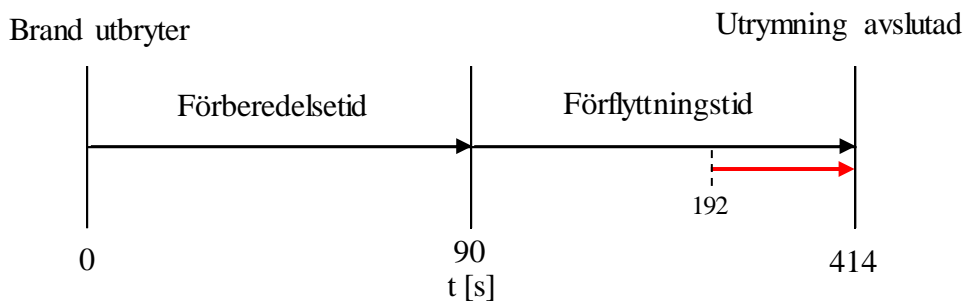
Resultatet från FDS-simuleringarna presenteras i Tabell 12 nedan. Det som presenteras är de tider till kritiska förhållanden som påverkar utrymningen, om ett rum redan utrymts då kritiska förhållanden uppstår tas ingen hänsyn till detta. För en mer djupgående inblick i resultaten se *Appendix E.3.-Scenario Brand i salong*.

Tabell 12. Tiden till de kritiska förhållandena uppnås enligt resultatet från FDS.

Variabel	Kritisk gräns	Tid (s)
Temperatur	80°C	Plan 2 192s (vid dörrar)
Strålning	2.5 kW/m ²	-
Toxicitet	CO >1500 ppm CO ₂ >5 vol% O ₂ <10 vol%	-

Kritiska temperaturförhållanden nås i salongen på bottenplan efter 192 s och det tar 193 s att utrymma den delen av salongen enligt Pathfinder.

För att åskådliggöra när under utrymningsförloppet kritiska förhållanden uppstår har en sammanslagning av Figur 42 och Tabell 12 gjorts, denna redovisas i Figur 43.



Figur 43. Utrymningstiden och tiden till kritiska förhållanden för brand i salong.

Det den röda pilen illustrerar är att ASET är 192 sekunder, men RSET är närmre 7 minuter

6.3.5. Diskussion och åtgärdsförslag

Som nämndes tidigare i scenariobeskrivningen har värdet för rökproduktion och kolmonoxidproduktion av misstag överskattats vid inmatning av värden i FDS. Programmet ger från början konservativa värden för rökproduktion, läs mer om programmets begränsningar i avsnitt *D1.1 Begränsningar i FDS*. Rökproduktionen påverkar främst sikt, men även strålningsnivån och temperaturen. I Figur 41 ses även att effektutvecklingen överskattas under tillväxtfasen på grund av $\alpha \cdot t^2$ förenklingen, vilket då innebär att rökproduktionen överskattas ytterligare. Kolmonoxidproduktionen påverkar inte analysens slutresultat då kritiskt kolmonoxidförhållande aldrig uppnås.

Anledningen till att $ASET < RSET$ i detta scenario är enbart på grund av att kritiska temperaturförhållanden sker i salongen då det fortfarande finns besökare kvar, men i jämförelsen mellan FDS och Pathfinder rör detta sig om en sekund, vilket är ett väldigt exakt värde i denna typ av analys. Att säga att scenariot är oacceptabelt på grund av detta är orimligt, särskilt med tanke på de nämnda överskattningarna.

Även om scenariot i nuläget skulle kunna definieras som acceptabelt, finns det några åtgärder som kan göras för att säkerställa att $RSET < ASET$.

Ett rimligt åtgärdsförslag är att utrusta teknikbåset med handbrandsläckare, förslagsvis en kolsyresläckare, och utbilda teknikern i brandsläckning och brandsäkerhet då denna person har bäst möjlighet att upptäcka en brand i salongen på bottenplan tidigt, detta minskar risken att branden blir okontrollerbar.

Stolarna i salongen har, som tidigare nämnts, antagits antända då ingen information om deras eventuella brandresistens har erhållits. Om dessa görs brandresistenta minskar både brandbelastningen, men även mängden rök och kolmonoxid som produceras i lokalen avsevärt. Det förhindrar även att eventuella försök till anlagd brand i salongen försvåras eller rent utav omöjliggörs.

7. Känslighetsanalys

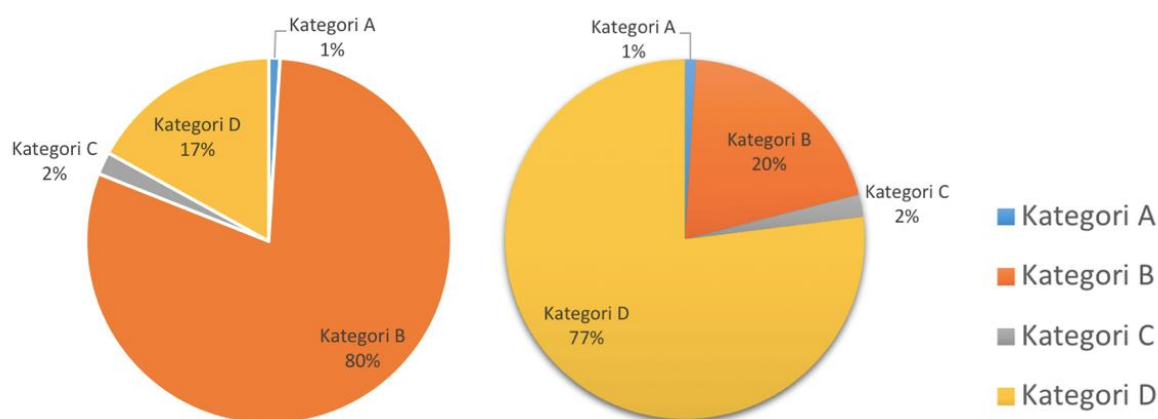
Resultaten från simuleringar bygger på en del antaganden. Känslighetsanalysen genomförs för att beakta påverkan vald indata har på resultatet samt huruvida de valda parametrarna är representativa. På grund av tidsbrist, inga vidare analyser utförs för FDS och de parametrarna som ingår i simuleringen av branden. Parametrar som väljs för analys är kategorifördelning, förberedelse- och varseblivningstid samt nödutgångsval.

Tillvägagångssättet är att variera en parameter åt gången och simulera fem gånger för att få ett nytt medelvärde på utrymningstiden. Känslighetsanalysen baseras på resultatet från scenario *Brand under scen* samt scenario *Brand i salong* då dessa scenarier har lika lång förflyttningstid. Resultaten presenteras i Figur 46 nedan.

7.1. Kategorifördelning

En av variabler som kan påverka resultatet är kategorifördelningen bland publiken, baserat på gånghastigheter. Kategorifördelningen i det ursprungliga resultatet kan ses i avsnitt 5.2.

Gånghastigheter. Endast kategori B och D ändras, vilket kan ses i Figur 44. Antalet kategori A, rullstolsburna, ändras inte eftersom det finns endast tre platser avsedda för rullstolsburna, vilket inte går att ändra på. Antalet barn, det vill säga kategori C, varierar inte heller eftersom kategori B har en lägre hastighet. Det gör att variationen på kategori B ger en större spridning på resultatet. Metoden för analysen är att först öka kategori B i antalet medan kategori D minskar. Sedan ökar kategori D och kategori B minskar. För att vara konservativ, sätts 20 % respektive 80 % av besökarna som kategori B. Resultatet från dessa simuleringar presenteras nedan i Figur 46 tillsammans med andra parametrar.



Figur 44. Kategorifördelning för känslighetsanalys.

7.2. Val av nödutgångar

Nödutgångsvalet baseras på människors beteende. Om några av besökarna skulle välja att utrymma genom utgångarna i trapphusen kan detta skapa en kedjereaktion på grund av social påverkan. Flera skulle då välja att utrymma genom nödutgångarna i trapphuset istället för via foajén. För att ta hänsyn till dessa osäkerheter undersöks tre olika fördelningar av nödutgångsval.

1. 100 % använder foajén.
2. 60 % använder foajén, 40 % använder utgångarna i trapphusen.

För att undersöka hur utrymningen påverkas av faktumet att två dörrar i foajén är oanvändbara görs även simuleringar där samtliga dörrar i foajén är användbara. Uppställningen i Pathfinder redovisas i Figur 45.

- 100 % använder foajén, samtliga dörrar i foajén användbara.



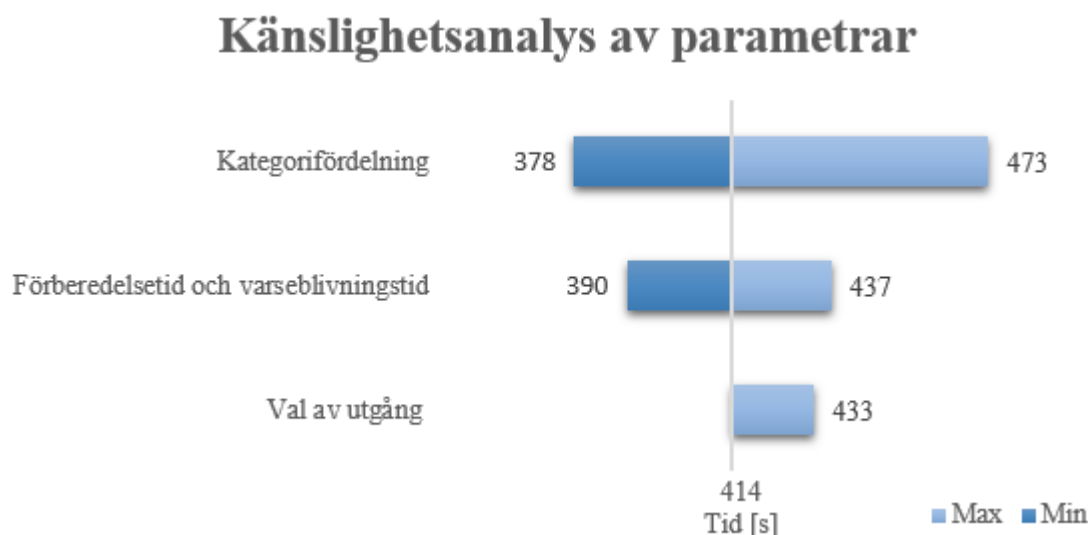
Figur 45. Uppställning i Pathfinder. Vänster; endast fyra av sex dörrar i foajén tillgängliga (1). Höger; alla sex dörrar i foajén användbara (3).

7.3. Varseblivnings- och förberedelse tiden

Varseblivnings- och förberedelse tiden är bland de svåraste att förutspå vid brandteknisk riskvärdering. Dessa tider har en direkt påverkan på utrymningstiden och därför måste känslighetsanalysen utföras av förberedelse tiden samt varseblivningstiden. Båda tider varierar med 25 %.

7.4. Resultat

Parametrarna plottas i ett tornadodiagram, se Figur 46.



Figur 46. Tornadodiagram över parametrarna kategorifördelning, förberedelse- och varseblivningstid samt val av utgång.

Resultatet visar att kategorifördelningen hos teaterbesökarna är faktorn med störst påverkan på utrymningstiden. Som maximalt, blir utrymningen cirka en minut längre, det vill säga endast 15 %, vilket anses vara acceptabelt för en brandteknisk riskvärdering. Det tyder på ett representativt scenarival.

8. Diskussion

Nedan följer en diskussion om resultaten av de tre brandscenarierna.

8.1. Simuleringsresultat

Den totala utrymningstiden framtagen i Pathfinder inkluderar inte faktorer så som att besökarna stannar för att hämta jackor i kapprum eller invänta bekanta. Utrymningssimuleringarna tar inte heller hänsyn till brandrökens påverkan på gånghastigheter. Detta gör att den beräknade RSET har osäkerheter i sig och bör därför inte ses som en absolut sanning, utan endast användas som underlag för diskussionen kring byggnadens brandsäkerhet.

8.2. Utvärdering av personsäkerheten i Östgötateatern

Eftersom två av de tre analyserade brandscenarierna ger oacceptabla konsekvenser med avseende på personsäkerheten krävs en förbättring av byggnadens brandskydd. I detta avsnitt diskuteras och sammanfattas möjliga förbättringar hos Östgötateaterns befintliga brandskydd.

8.2.1. Utrymning

Under platsbesöket observerades att vissa utrymningsdörrar var delvis blockerade. För att möjliggöra en säker utrymning ska samtliga utrymningsvägar och nödutgångar hållas fria.

Den nuvarande rutinen gällande rullstolsburna besökare anses ohållbar. Rullstolsburna besökare kan inte förväntas acceptera att dras ut på räddningsmadrass eftersom den rullstolsburna då blir helt beroende av teaterpersonalens kompetens. För att förbättra utrymningsmöjligheterna för rullstolsburna besökare föreslås därför att rullstolsplatserna flyttas ned till plan 2 och att trapporna i foajén utrustas med en ramp. Detta skulle tillåta de rullstolsburna besökarna att utrymma utan assistans.

Personalen kan ha en stor påverkan på utrymningen. Rutiner inom personalen att hjälpa besökare vid utrymning, informera om möjliga utrymningsvägar och utföra tidig insats mot branden kan öka brandsäkerheten i byggnaden avsevärt. Med rätt agerande kan personalen underlätta utrymningen och därmed förkorta utrymningstiden. Personalen vid Östgötateaterns rutiner vid brand och utrymning är okända. På grund av osäkerheterna kring rutinerna vid ett nödläge har personalens påverkan försumrats i rapporten.

8.2.2. Brand- och utrymningslarm

Att teaterns publika delar saknar utrymningslarm fördröjer utrymningen och skapar därmed risker för personsäkerheten. Argumentet att föreställningar inte ska störas av eventuella falsklarm bedöms inte vara tillräckliga bra för att rättfärdiga den risk som avsaknaden av utrymningslarm medför. Utrymningslarm bör därför installeras i de publika delarna. För att lösa problemet med falsklarm under föreställningar rekommenderas larmlagring. För att bestämma tiden för larmlagring krävs ytterligare analys som inte berörs i denna rapport. Genom att installera utrymningslarm med larmlagring i de publika delarna kan man undvika att föreställningarna blir störda av falsklarm, samtidigt som man höjer personsäkerheten i byggnaden. Utrymningslarmen i personaldelarna kan bytas ut mot blytljus som larmar direkt vid aktivering av rökdetektor. På det sättet skulle föreställningar inte störas, och personalen får tid att undersöka orsaken innan utrymningslarmet i de publika delarna utlöses.

Personaldelarna bakom scenen saknar detektionssystem. Det anses vara farligt eftersom utrymmet består av många mindre rum, där många potentiella antändningskällor finns. De

ansvariga rekommenderas installera rökdetektorer kopplat till det centrala brandlarmet i personaldelarna, då detta anses essentiellt för säkerheten i byggnaden bör enkla hembrandvarnare installeras innan ett centralt system kan upprättas.

8.2.3. Passiva system

Brandcellsindelningen är en viktig del av brandskyddet på Östgöteatern. I dagsläget är indelningen ofullständig mellan utrymmet under scenen och salongen, som nämns ovan i avsnitt 3.1. *Passiva system*. Dessa brister i brandcellsindelningen ska åtgärdas och det ska säkerställas att brandcellsindelningen håller.

8.3. Utvärdering av personalens säkerhet

Personalens utrymningssäkerhet har inte behandlats i rapporten men är värd att nämna då det finns tydliga brister. Personaldelen bakom scen är utrustad med en enda rökdetektor, denna sitter på plan 1 vid brandlarmscentralen. Det är ett problem att resten av personalutrymmet ej är utrustat med detektionssystem, speciellt eftersom det finns sängar i logerna vilket tyder på att personalen ibland sover i byggnaden. Att personalen är ständigt närvarande och kan upptäcka branden utan branddetektorer anses inte vara en hållbar lösning. Vaken personalen är inte alltid närvarande på samtliga våningsplan. Att förlita sig på personalens uppsikt över lokalen anses inte utgöra ett tillräckligt bra brandskydd. Bristen på branddetektorer utgör en stor fara för personalen som vistas i lokalerna.

9. Åtgärdsförslag

Nedan presenteras de förslag på åtgärder som kan förbättra personsäkerheten på Östgötateatern i fall av brand. Åtgärdsförslagen delas in i två delar där de första nedan är de som krävs för att personsäkerheten ska vara acceptabel, enligt denna analys.

- Koppla magnethållare hos brandcells dörrar i trapphusen till detektionssystem. Alternativt installera självstängande dörrar i trapphusen och ta bort möjligheten att ställa upp dessa dörrar. Även de tunga objekten som används för att ställa upp dörrar skall tas bort.
- Installera trappa mot salongen för att skapa två möjliga utrymningsvägar för musikerna.
- Åtgärda bristerna i brandscellsindelningen på plan 1 genom att installera dörrar med magnethållare mellan utrymmet under scen och salongen och koppla dessa magnethållare till byggnadens detektionssystem. Utöver detta skall hålen i väggen mellan utrymmet under scenen och musikerdelen tätas.
- Upprätta tydliga rutiner bland personalen. Roller skall tilldelas och vara tydligt definierade så att alla i personalen vet vad de ska göra vid händelse av brand. Regelbundna brandövningar skall göras för att säkerställa personalens kompetens.
- Ta bort stolar vid bakre delen av salongen på plan 2 för att skapa två möjliga utrymningsvägar för besökarna på de bakersta raderna.
- Ändra uppställningskonstruktionen med rep för dörrarna till salongen på plan 2, 3 och 4 så att dessa inte kan användas för att blockera dörrarna.
- Installera heltäckande utrymningslarm. Förslag på utformningen av utrymningslarmet ges i 8. *Diskussion*.
- Installera heltäckande detektionssystem med rökdetektorer i personaldelarna.
- Ha alltid brandsläckare nära till hands i teknikbås och andra teknikutrymmen med förhöjd brandrisk.

Den andra delen nedan är förslag som ytterligare skulle öka personsäkerheten, men också väsentligt öka egendomsskyddet och därmed minska de ekonomiska skadorna vid brand avsevärt, något som anses viktigt då detta är en historiskt viktig byggnad.

- Rullstolsplatserna flyttas ned till plan 2 och trapporna i foajén utrustas med en ramp för att tillåta de rullstolsburna besökarna att utrymma utan assistans.
- Installera heltäckande detektionssystem med rökdetektorer under scen.
- Rensa under sprinklerhuvuden på plan 1 under scen.
- Byt ut sprinklerhuvuden under scen så att alla är av samma typ. Bulbsprinkler med aktiveringstemperatur 68 °C och RTI ca 50 ms⁻¹ rekommenderas.
- Byt sprinklerhuvuden i kapprummen mot modernare bulbsprinkler, aktiveringstemperatur 68 °C och RTI ca 50 ms⁻¹ rekommenderas.

Litteraturförteckning Abrahamsson, M. (1997). *Scenariotänkande vid brandsyn i samlingslokaler*. Lund: Institutionen för brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.

Back, A., Bergström, T., Dittmer, T., Hjolman, M., Magnusson, F., Norén, J., o.a. (2013). *CFD-beräkningar med FDS*. Malmö: Föreningen för Brandteknisk Ingenjörsvetenskap.

BIV. (2013). *Beräkningar med FDS*. Malmö: Föreningen för brandteknisk ingenjörsvetenskap.

Carlsson, J., & Möller, J. (2010). *CFD-baserad dimensionering av brandgasventilation - Simulering av vindtryckets inverkan på termisk brandgasventilation*. Stockholm: Brandforsk.

DeMasi, T. J., & Sheehan, M. P. (2007). *Thermal Response Modeling of Fusible Link Activation in Laboratory Simulated Wildfire Conditions*. Worcester: Worcester Polytechnic Institute.

Fornell, B. (den 05 03 2018). Phone call. (S. Andersson, Intervjuare)

Forney, G. P. (2013). *Smokeview - A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data Volume 1: User's Guide* (6:th ed.). National Institute of Standards and Technology.

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

Frantzich, H., Korostenski, T. d., & Marberg, P.-A. (2017). *Brandskyddshandboken #6*. Lund: Brandteknik, Lunds tekniska högskola.

Google Earth. (2018). <https://earth.google.com>. Hämtat från <https://earth.google.com/web/@58.41368876,15.61926784,56.46694604a,660.11921409d,35y,-0h,0t,0r/data=CmsaaRJjCiUweDQ2NTk2ZjNhYjczZGVhYjY6MHg5NDQwZTdlNjEzYzIyZTQ1GfAC23f7NE1AlbvBBvr6PC9AKijDlnN0Z8O2dGF0ZWF0ZXJuIChUaGUgw5ZzdGfDtnRhIFRoZWF0ZXIpGAIgAQ> den 28 03 2018

Holgersson, P. (u.d.). <http://www.ostgotateatern.se/om-ostgotateatern/teaterhusen>. Hämtat från <http://www.ostgotateatern.se>: <http://www.ostgotateatern.se/om-ostgotateatern/teaterhusen> den 28 03 2018

Karlsson, B., & Quintiere, J. G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics* (1st uppl.). Boca Raton: CRC Press Inc.

Kholshchevnikov, V. V., Samoshin, D. A., Parfyonenko, A. P., & Belosokhov, I. P. (2012). *Study of children evacuation from pre-school education institutions*. Moskva: Department of Fire Safety in Building Construction, Academy of State Fire Service.

Linköpings universitet och Östergötlands museum. (u.d.). <http://www.linkopingshistoria.se/1850-1940/1900-1940/>. Hämtat från <http://www.linkopingshistoria.se/>: <http://www.linkopingshistoria.se/1850-1940/1900-1940/#4> den 01 03 2018

MSB. (u.d.). *MSB:s statistik- och analysverktyg IDA*. Hämtat från <https://ida.msb.se/ida2#page=a0109> den 10 04 2018

NIST. (2014). *Fire Dynamics Simulator User's Guide* (6th uppl.). National Institute of Standards and Technology.

NIST. (2014). *National Institute of Standards and Technology*. Hämtat från <https://www.nist.gov/engineering-laboratory/fire-modeling-programs> den 11 05 2018

NIST. (den 11 05 2018). <https://pages.nist.gov/fds-smv/>. Hämtat från <https://www.nist.gov>: <https://pages.nist.gov/fds-smv/>

- Nystedt, F. (2011). *Verifying Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*. Lund: Lund University, Dept of Fire Safety Engineering and Systems Safety.
- Nystedt, F., & Frantzich, H. (2011). *Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar*. Lund: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety.
- RES & EPRI. (2007). *Verification and Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications, Volume 1: Main Report*. U.S Nuclear Regulatory Commission, Office of Nuclear Research (RES) and Electric Power Research Institute (EPRI).
- SFPE. (2002). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (3rd uppl.). National Fire Protection Association.
- Sime, J. D. (den 01 11 1985). Movement toward the familiar. *Environment and behavior*, 17(6), ss. 697-724.
- Staffansson, L. (2010). *Selecting design fires*. Lund: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety.
- Särdqvist, S. (1993). *Initial Fires*. Lund: Brandforsk.
- Thunderhead Engineering. (2014). *Pathfinder user manual*. Manhattan: Thunderhead Engineering.
- Thunderhead Engineering. (2014). *Pyrosim User Manual*. Thunderhead Engineering.
- Thunderhead engineering. (2015). *Verification and Validation*. Manhattan: Thunderhead engineering.
- Tong, D., & Canter, D. (1985). The Decision to Evacuate: a Study of the Motivations which Contribute to Evacuation in the Event of Fire. *Fire Safety Journal*, 9(3), 257-265.
- Östergötlands Museum. (u.d.). <http://www.linkopingshistoria.se/1850-1940/1850-1900/>. Hämtat från <http://www.linkopingshistoria.se>: <http://www.linkopingshistoria.se/1850-1940/1900-1940/#4> den 23 02 2018
- Östgöteatern. (den 01 03 2018). <http://www.ostgotateatern.se/om-ostgotateatern>. Hämtat från <http://www.ostgotateatern.se>: <http://www.ostgotateatern.se/om-ostgotateatern/teaterhusen>

Appendix A – Teoretisk bakgrund till Pathfinder

Pathfinder är ett datorprogram som används för att simulera utrymningar. Programmet är en så kallad kontinuerlig modell. Utvecklarna, Thunderhead engineering, ger inte tillgång till programmets kod, och en stor del av programmets tillvägagångssätt är därför okänt.

Användaren kan själv specificera val av nödutgång. Detta möjliggör simulering av scenarion där grupper eller individer inte väljer den närmaste nödutgången. Pathfinder använder en triangelformad mesh, vilket gör att cirkulära former kan efterliknas relativt bra. Den triangelformade meshen gör även att agenterna kan röra sig obegränsat i rummet, dock kan de ej röra sig sidledes. Agenterna är cylinderformade (Thunderhead Engineering, 2014).

Det finns två tillgängliga lägen vid simulering; ”steering mode” och ”SFPE mode”. I rapporten har steering mode använts vid samtliga simuleringar. Steering mode innebär att agenterna undviker att kollidera med objekt och andra agenter. Varje agent rör sig individuellt. Flöden genom dörrar har inte förbestämts för simuleringarna, utan har bestämts av agenternas interaktion med varandra och objekten i deras närhet (Thunderhead Engineering, 2014). Programmet tar ingen hänsyn till hur rök och sänkt sikt påverkar gånghastigheter (Thunderhead engineering, 2015).

För att skapa mångfald bland agenterna har en likformig sannolikhetsfördelning använts för axelbredderna. Kategori B och D har axelbredd 40–50 centimeter, kategori C har axelbredd 30–40 centimeter. Kategori A har en konstant bredd på 76 centimeter eftersom alla rullstolar antas vara av samma storlek. Gånghastigheterna presenterade i avsnitt 5.2. *Gånghastigheter* har lagts in som lognormalfördelning.

Appendix B – Utrymningssimuleringar

Nedan redovisas simuleringarna i mer detalj för respektive scenario.

B1. Scenario brand under scen

Nedan presenteras resultaten från samtliga simuleringar gjorda för scenario *Brand under scen*.

B1.1. Simulering 1

Tabell 13 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 13. Utrymningstider för simulering 1, scenario Brand under scen.

	Tid [s]
Minsta värde	9,8
Största värde	355,8
Medelvärde	125,3
Standardavvikelse	68,8

B1.2. Simulering 2

Tabell 14 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 14. Utrymningstider för simulering 2, scenario 1.1.

	Tid [s]
Minsta värde	9,0
Största värde	278,2
Medelvärde	121,0
Standardavvikelse	66,9

B1.3. Simulering 3

Tabell 15 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 15. Utrymningstider för simulering 3, scenario Brand under scen.

	Tid [s]
Minsta värde	11,1
Största värde	356,1
Medelvärde	128,6
Standardavvikelse	69,5

B1.4. Simulation 4

Tabell 16 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 16. Utrymningstider för simulering 4, scenario Brand under scen.

	Tid [s]
Minsta värde	14,6
Största värde	335,6
Medelvärde	124,8
Standardavvikelse	65,3

B1.5. Simulering 5

Tabell 17 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 17. Utrymningstider för simulering 5, scenario Brand under scen.

	Tid [s]
Minsta värde	9,4
Största värde	295,0
Medelvärde	121,0
Standardavvikelse	62,8

B2. Scenario brand i kapprum

Nedan presenteras resultaten från samtliga simuleringar gjorda för scenario *Brand i kapprum*.

B2.1. Simulering 1

Tabell 18 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 18. Utrymningstider för simulering 1, scenario Brand i kapprum.

	Tid [s]
Minsta värde	9,8
Största värde	315,1
Medelvärde	136,9
Standardavvikelse	71,5

B2.2. Simulering 2

Tabell 19 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 19. Utrymningstider för simulering 2, scenario Brand i kapprum.

	Tid [s]
Minsta värde	10,4
Största värde	289,4
Medelvärde	142,6
Standardavvikelse	73,9

B2.3. Simulering 3

Tabell 20 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 20. Utrymningstider för simulering 3, scenario Brand i kapprum.

	Tid [s]
Minsta värde	11,1
Största värde	397,0
Medelvärde	142,1
Standardavvikelse	76,7

B2.4. Simulation 4

Tabell 21 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 21. Utrymningstider för simulering 4, scenario Brand i kapprum.

	Tid [s]
Minsta värde	9,0
Största värde	337,7
Medelvärde	139,5
Standardavvikelse	76,8

B2.5. Simulering 5

Tabell 22 ger information om största och minsta värdet på utrymningstiden för samtliga besökare. Tabellen visar även medelvärdet på utrymningstiden för samtliga besökare samt standardavvikelsen.

Tabell 22. Utrymningstider för simulering 5, scenario Brand i kapprum.

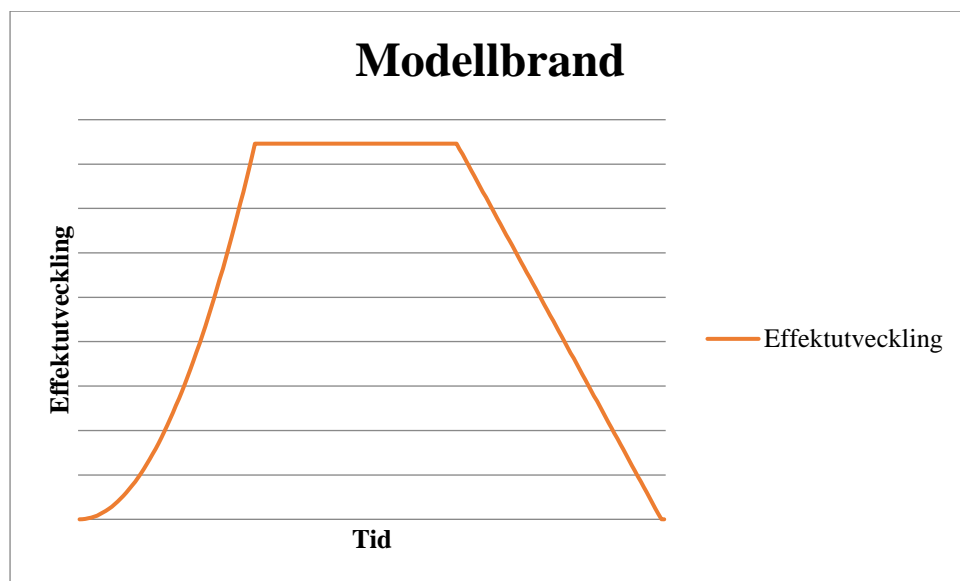
	Tid [s]
Minsta värde	10,8
Största värde	339,4
Medelvärde	131,4
Standardavvikelse	71,9

Appendix C – Modellbränder

Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av den teoretiska bakgrunden till bränderna som används i simuleringarna.

C1. Teori

Bränder beskrivs ofta som förhållandet mellan effektutvecklingen och tiden. Varje brand går genom olika faser, där de flesta kan sammanfattas i tre dominerande faser: tillväxtfasen, fulltutvecklad brand samt avsvalningsfasen. Förhållandet mellan effektutvecklingen och tiden för respektive fas redovisas i figuren nedan.



Figur 47. Modellbranden.

De tre bränder som analyseras vidare i datormodeller baseras på denna modell. Tillväxtfasen är den fas där branden växer i storlek och modelleras ofta med hjälp av en $\alpha \cdot t^2$ kurva, storleken på α -värdet bestämmer tillväxthastigheten. Tillväxtfasen i respektive brand grundas i utförda försök där bränslet och omständigheterna liknar respektive scenario på Östgötateatern översatta till en passande $\alpha \cdot t^2$ kurva. Den stabila fasens längd bestäms av bränslets totala energiinnehåll. Avsvalningsfasen kan bortses från (Karlsson & Quintiere, 2000) då det endast är de första cirka tio minuterna som är intressanta vid utrymning och alla bränder i fråga pågår längre än tio minuter. För mer detaljerad beskrivning av respektive brand se 4.2. *Beskrivning av brandscenarier*.

Förbränningen sker mellan syre och bränsle, vilket gör att en brand kan vara ventilationskontrollerad eller bränslekontrollerad. En brand kan även påverkas av eventuella släckinsatser, t.ex. sprinkler, som begränsar branden vid aktivering. Dessa tre fenomen beskrivs närmare i kommande avsnitt.

Bränder kan även bli övertända efter en tid, vilket innebär att alla brännbara ytor antänder samtidigt. Kontrollberäkningar av detta har gjorts i samtliga scenarier och övertändning sker ej, beräkningsgång redovisas inte i denna rapport.

C1.1. Ventilationskontrollerad brand

När förbränningen sker, förbrukas både syret och bränslet i utrymmet. Branden blir ventilationskontrollerad när det inte finns tillräckligt med syre för att förbränna bränslet. Det

innebär att effektutvecklingen styrs av mängden tillgängligt syre i rummet och det syre som tillkommer genom rummets öppningar (Karlsson & Quintiere, 2000).

C1.1.1. Beräkningsmetodik

För att beräkna den maximala effektutvecklingen som uppstår vid ventilationskontroll måste luftflödet in i rummet först uppskattas, detta görs med ekvation 1 och 2 (Karlsson & Quintiere, 2000) nedan.

$$M_a = 0.5 * A_o * \sqrt{H_o} \quad \text{Ekv.1}$$

Där

$$A_o = (0.85 * 2.1 * 3) + (1.5 * 2.1) = 8.505 \quad \text{Ekv.2}$$

H_o = Ventilationsöppningarnas höjd (alla öppningar i vardera scenariot i denna rapport har samma höjd)

Genom att anta att varje kilo syre som används i förbränningen producerar 13.1 MJ energi, luften består av 23 % syre och att branden har en förbränningseffektivitet på 70 % (Karlsson & Quintiere, 2000) kan den maximala effektutvecklingen vid ventilationskontroll beräknas med hjälp av ekvation 3 nedan.

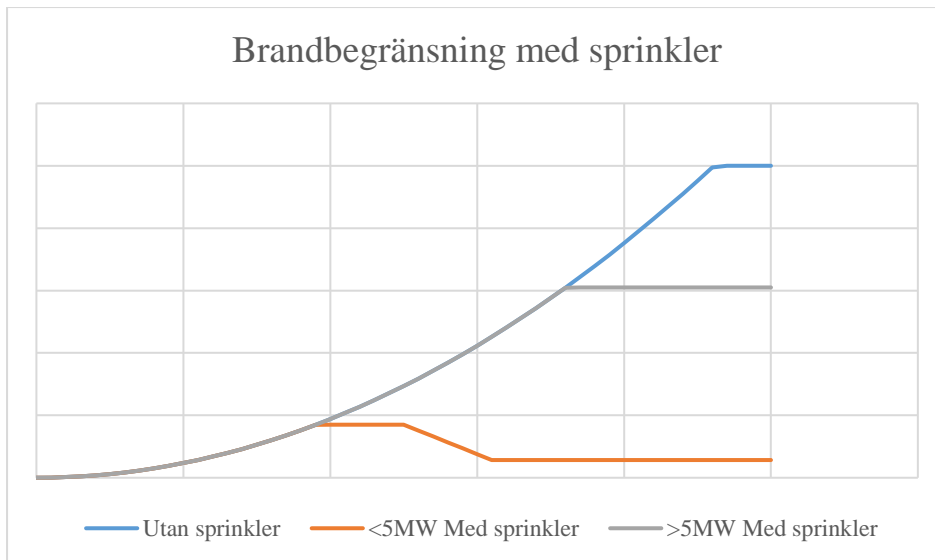
$$Q_{max} = 13.1 * 0.23 * 0.7 * M_a \quad \text{Ekv.3}$$

C1.2. Bränslekontrollerad brand

Att en brand är bränslekontrollerad innebär att effektutvecklingen styrs av mängden bränsle. Det innebär också att det finns tillräckligt med syre för att förbränna bränslet som har pyrolyserats. Vanligtvis är bränder bränslekontrollerade under tillväxt- och avsvalningsfasen, medan fulltutvecklad brand kan vara ventilationskontrollerad om rummet är relativt litet och öppningarna är små jämfört med effektutvecklingen.

C1.3. Sprinklerbegränsning

I vissa fall finns sprinkler installerade i objekten där bränder inträffar. Om sprinklersystemet är projekterat på ett korrekt och effektivt sätt för brandbegränsning, kommer effektutvecklingen påverkas efter aktiveringen, som det kan ses i Figur 48. Ett generaliserat sätt att uppskatta hur sprinklersystemet påverkar effektutvecklingen har utvecklats med hjälp av försök och används här för att anpassa modellbranden efter aktivering. För bränder där effektutvecklingen vid sprinkleraktivering är under 5 MW, kan effektutvecklingen antas minska efter sprinkleraktivering. I det fallet låter man effektutvecklingen vid aktiveringen vara konstant under en minut för att sedan minska till en tredjedel av effekten vid aktivering och därefter förbli konstant. För bränder med en effektutveckling vid aktivering över 5 MW kan effektutvecklingen antas stabiliseras till ett konstant värde lika med aktiveringseffekten under resten av förloppet (Nystedt, 2011).

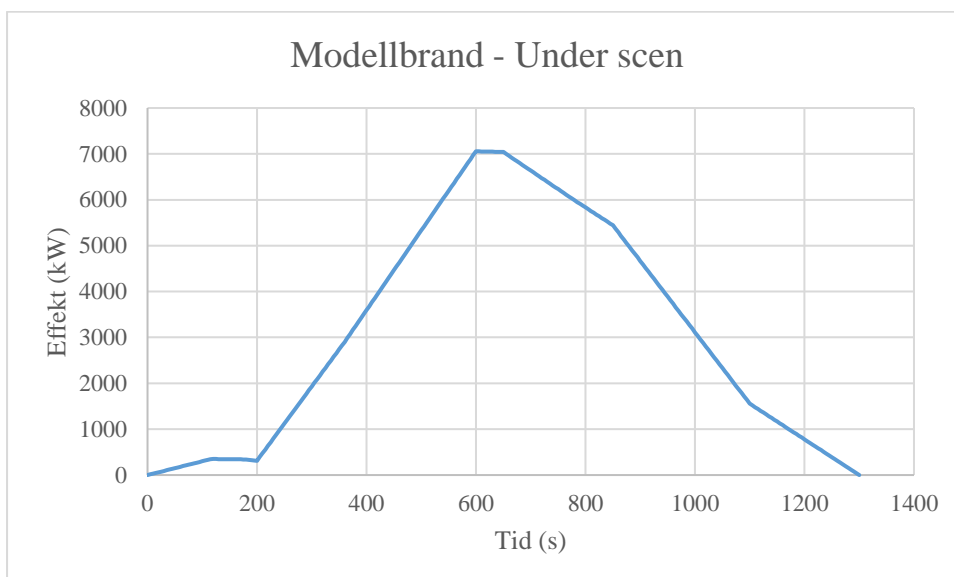


Figur 48. Brandbegränsningar med sprinkleraktivering.

Vid tillämpning av denna metod ska hänsyn tas till geometri och andra förutsättningar i det specifika scenariot.

C2. Brand under scen

Dimensionerande brand för scenariot Brand under scen väljs till att ett elfel antänder soppåsar på golvet som sedan sprider sig till ett upplag av träskivor enligt Figur 49. För att skapa modellbranden har superpositionsprincipen använts, värden för soppåsarna tas från ett försök med tre soppåsar med papper och en total massa på 3.51 kg (Särdqvist, 1993). Träskivorna representeras av två högar med lastpallar om 1.22x1.22x1.22 m³ st (Karlsson & Quintiere, 2000), lastpallarna antas antända efter 200 s respektive 400 s på grund av uppställningen och lastpallarnas egenskaper. Totalen skapar kurvan i Figur 49 nedan.



Figur 49. Effektutveckling för brand under scen.

På grund av rummets geometri och brandbelastning anses det orimligt att endast soppåsarna och träskivorna antänder i ett sådant scenario, därför beslutas det att låta effektutvecklingen öka enligt kurvan i Figur 50 nedan till ventilationskontroll för att sedan stabiliseras.

Tillväxtfasen har här förenklats med hjälp av en alfa t^2 -kurva med ett alfa-värde på 0.02 kW/s^2 , vilket passar bra med modellbrandens tillväxtfas.

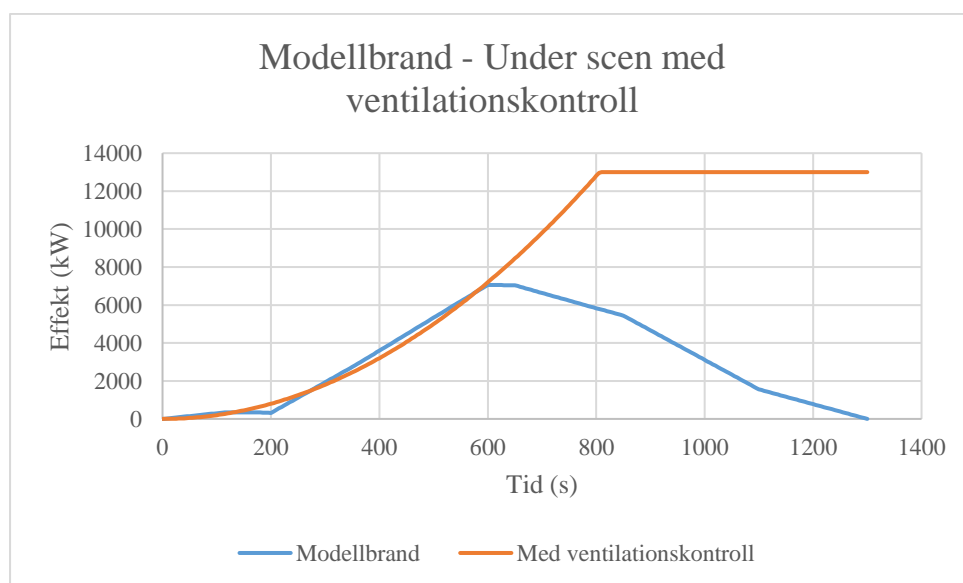
Tidpunkten för ventilationskontroll beräknades enligt metodiken i avsnitt C1.1. Ventilationskontrollerad brand ovan.

$$A_o = (0.85 * 2.1 * 3) + (1.5 * 2.1) = 8.505 \text{ m}^2$$

$$H_o = 2.1 \text{ m}$$

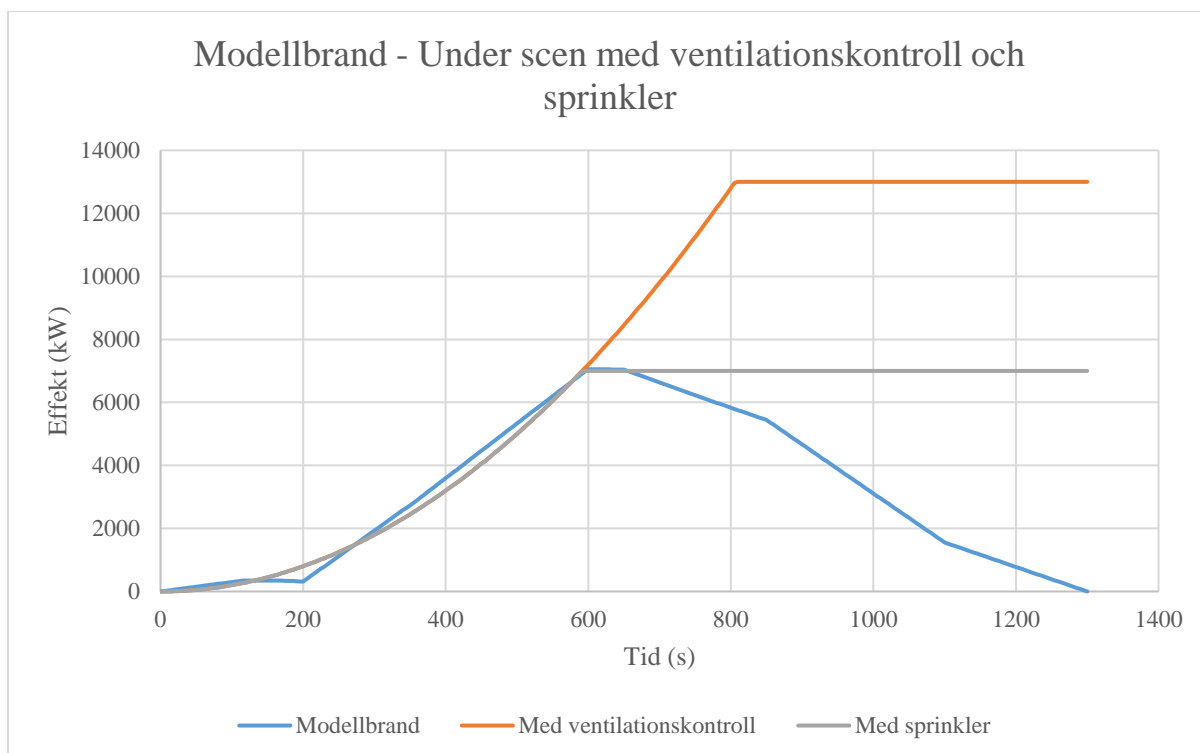
$$M_a = 0.5 * 8.505 * \sqrt{2.1} = 6.16 \text{ kg/s}$$

$$Q_{max} = 13.1 * 0.23 * 0.7 * 6.16 = 13 \text{ MW}$$



Figur 50. Modellbrand för brand under scen med ventilationskontroll.

Då det finns ett sprinklersystem i lokalen bör även detta tas i beaktning. I nuvarande sprinklersystem finns tre olika typer av sprinklerbulber i detta utrymme: smältbleck, smal bulb cirka 4 mm och tjock bulb ca 10 mm, vilket gör att det finns en stor risk att sprinklersystemet aktiverar i en annan del av rummet än där branden befinner sig. Dessutom är en stor del av sprinklerhuvudena blockerade av t.ex. kabelstegar, ventilationstrummor, rekvisita osv, vilket begränsar täckytan avsevärt. Tillsammans leder detta till att det finns en mycket stor osäkerhet kring sprinklersystemets effektivitet och metodiken som beskrivs i C1.3. Sprinklerbegränsning ovan kan inte användas rakt av. På grund av dessa faktorer, rummets geometri och brandbelastning antas sprinklersystemet inte begränsa modellbranden med sopsäckar och pallar utan endast förhindra vidare effektökning och övertändning på grund av avkylning. Detta stämmer bra i situationen då cirka hälften av ytan inte täcks av sprinklersystemet. Resultaten presenteras i Figur 51 nedan.

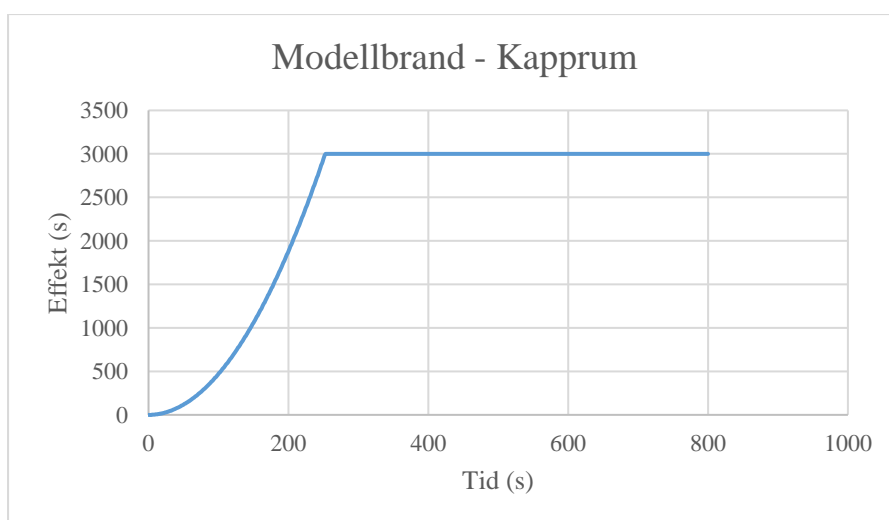


Figur 51. Modellbrand för brand med ventilationskontroll och sprinkler.

C3. Brand i kapprum

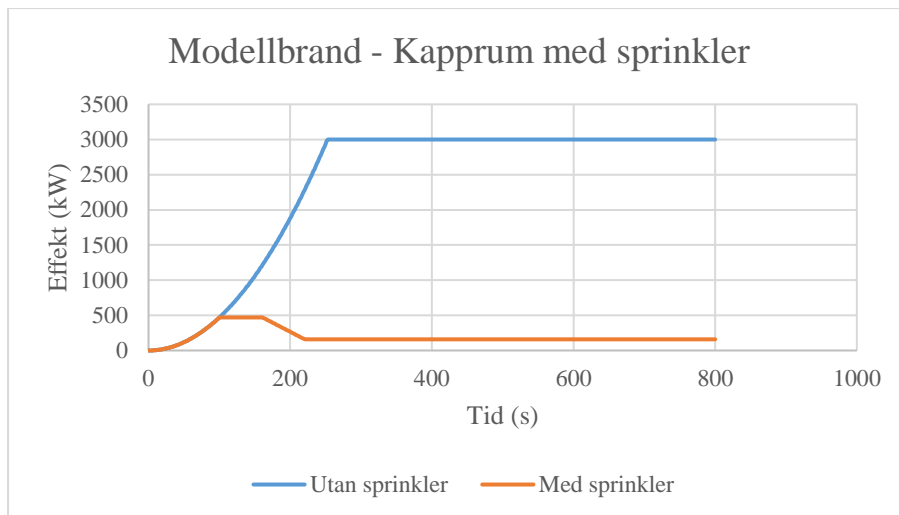
Efter analys av en rad rapporter med försök från kapprumsbränder och diverse bränder i ställningar med jackor väljs det försök som liknade scenariot i frågan mest, detta försök gjordes på jackor på ställningar med en brandarea på 8 m² (Abrahamsson, 1997), något som passar scenariot i kapprummet på bottenvåningen vid fullsatt föreställning bra. Försöken visade på en tillväxthastighet på 0.047 kW/s² och en maxeffekt på 3MW, värden som används rakt av då det anses trovärdigt. Resultatet presenteras i Figur 52 nedan.

Kontroll görs för att se om branden kontrolleras av ventilation eller bränsle, metodiken i avsnitt C1.1. Ventilationskontrollerad brand C1.3. Sprinklerbegränsning ovan används och en maxeffekt på 8.36 MW erhålls, branden är alltså bränslekontrollerad.



Figur 52. Modellbrand för branden i kapprum.

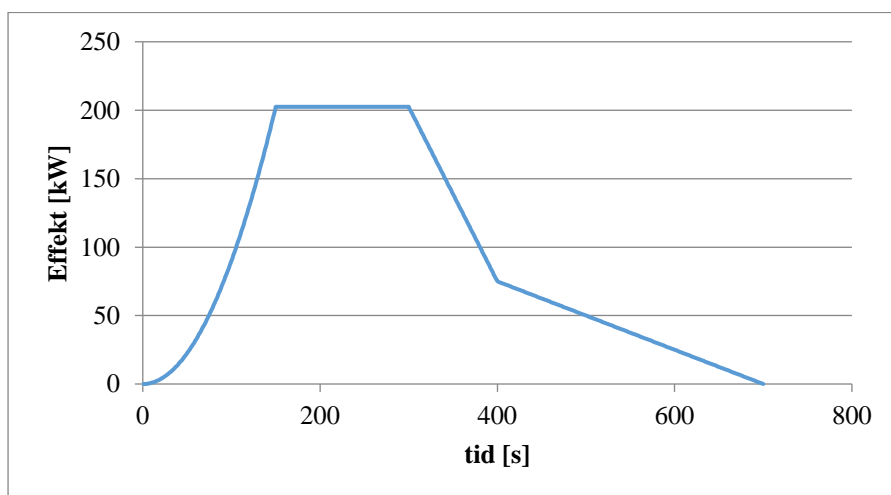
Då det finns ett sprinklersystem i kapprummet som på grund av placeringen av sprinklerhuvudena antas täcka kapphyllorna bra används metodiken för begränsning av brand enligt avsnitt 'Sprinkler' ovan. Tiden till aktivering bestäms med hjälp av FDS. Tiden till aktivering enligt simuleringen är 100s, då stabiliseras effektutvecklingen i en minut för att sedan minska till en tredjedel av aktiveringseffekten enligt Figur 53 nedan.



Figur 53. Modellbrand för brand i kapprum med sprinkler

C4. Brand i salong

Då branden i salongen antas starta på grund av ett tekniskt fel i teknikbåset längst bak i salongen söks information om brandtester på ljudutrustning, närmare bestämt mixerbord som används för att styra frekvenser och volymer på ljudanläggningar. Detta kunde inte hittas utan antagandet att brandförloppet i ett mixerbord följer kurvan för en brandtestad monitor, se Figur 54. Kurvan är approximerad från ett försök presenterat av Vytenis Babrauskas (SFPE, 2002).



Figur 54. Effektkurvan för en brandtestad monitor.

Tillväxtfasen förenklas med en αt^2 -kurva där maxeffekten är 200 och tiden 150 s, detta ger ett α -värde på 0,009.

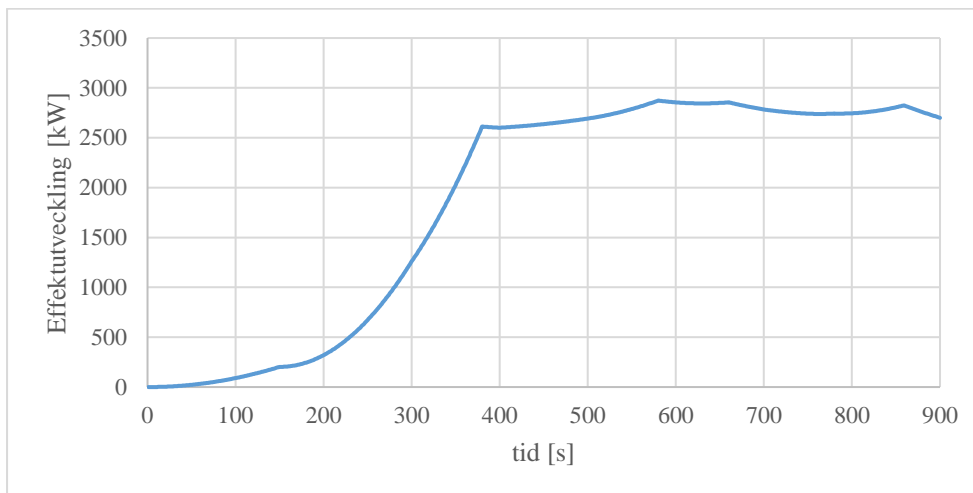
Branden antas sedan sprida sig till bordet och själva teknikbåset, som består av någon typ av trämaterial. Dessa representeras av en hög med lastpallar med dimensionen $1,22 \times 1,22 \times 1,0 \text{ m}^3$ och ger en maxeffekt på 2,5 MW (Karlsson & Quintiere, 2000). Anledningen till användandet av lastpallar är på grund av osäkerheterna över vad båset och bordet faktiskt är tillverkat av och att detta ger ett mer konservativt resultat.

Spridningen antas ske efter 150s. Detta baseras på figur 3-1.41. i SFPE handboken (SFPE, 2002). En förenkling av lastpallarnas tillväxtfas görs med hjälp av en αt^2 -kurva där α sätts till 0,047 (Karlsson & Quintiere, 2000).

Ingen information om huruvida salongsstolarna är flamskyddade har givits, utan dessa måste has i åtanke. Stolarna antas vara klädda i ett polyestertyg och tiden till antändning beräknas med en grov strålningsberäkning. Polyester börjar avge brännbara gaser vid en infallande strålningsintensitet på 8–18 kW/m^2 (SFPE, 2002) och den första stolen antas antända av en pilotlåga när strålningsintensiteten uppnår 13 kW/m^2 . Formeln som används är tagen ur "Enclosure Fire Dynamics" (Karlsson & Quintiere, 2000) och kan ses som ekvation 4 nedan.

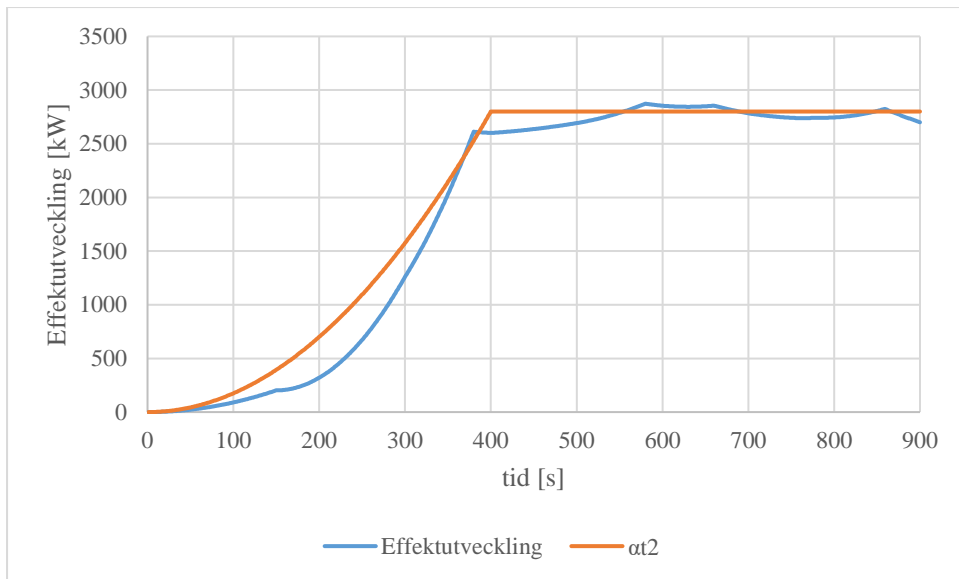
$$\dot{q}'' = \frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi R_0^2} \quad \text{Ekv.4}$$

Med denna formel fås att antändning sker vid ca 400 s. Då inga tester på salongsstolar har hittats har en mängd fåtöljsbränder studerats för att få en bild utav tillväxthastighet och effektutveckling. Stolarna ges maxeffekten 500 kW och α -värdet 0,0039. För att skapa modellbranden används superpositionsprincipen och effektkurvan som erhålls ser ut som i Figur 55.



Figur 55. Modellbrand för brand i salong.

För inmatning i FDS approximeras kurvan med hjälp av en αt^2 -kurva med maxeffekten 2.8 MW och tiden 400 s, vilket ger en kurva som ser ut som i Figur 56.



Figur 56. Effektutvecklingen anpassad till FDS.

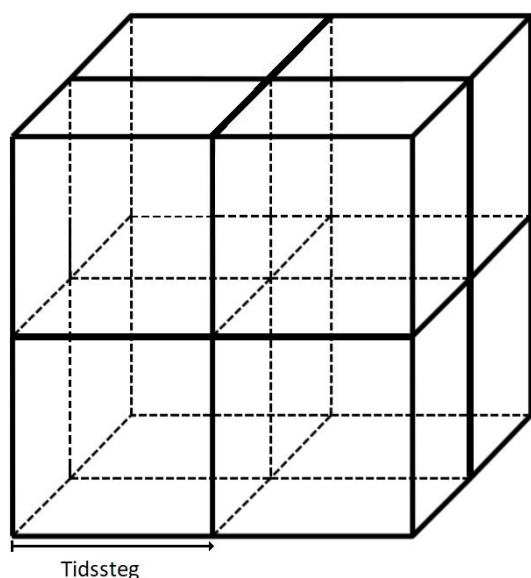
Appendix D- Teoretisk bakgrund till FDS

Nedan följer en mer detaljerad redovisning av arbetet gjort i FDS, Pyrosim och Smokeview.

D1. Programteori

Scenarierna i rapporten har simulerats med FDS, som är framtaget av NIST. FDS är en CFD-lösare baserad på finita volymmetoden och anpassad för inkompressibel, icke isotherm strömning och är en datormodell som är framtagen för att simulera brandinducerade flöden (Carlsson & Möller, 2010). Modellen bygger på att rummet delas upp i rektangulära nät, vilket skapar så kallade celler i vilka konserveringsekvationerna, även kända som Navier-Stokes ekvationerna, för massa, rörelsemängd och energi löses numeriskt med andra ordningens noggrannhet för både tid och rum (Karlsson & Quintiere, 2000).

När cellstorleken är tillräckligt liten uppnås nodkonvergens, vilket innebär att även om storleken minskas ytterligare kommer modellen inte ge bättre resultat. Anledningen till att man inte vill minska cellstorleken i onödan är att tiden som krävs för att köra simuleringen ökar. Dubblas antalet celler i varje riktning krävs det 16 gånger längre beräkningstid. Själva cellen delas upp i åtta delar men tidssteget mellan beräkningarna halveras, se Figur 57.



Figur 57. Principen för antalet celler och tiden det kräves för simulering.

Den enskilt viktigaste användarbestämda parametern i FDS är cellnätverksupplösningen (BIV, 2013). Upplösningen har stor betydelse för precisionen i flöden i brandplymen, som är drivkraften bakom brandgasfyllnadsprocessen, och över- eller underskattas plymflödet får det konsekvenser för tiden till kritiska förhållanden i byggnaden. (BIV, 2013)

För att uppskatta hur väl flödesfältet i en simulering med stigande plymer upplöses används ekvationer 5 och 6 nedan, tagna ur användarmanualen för FDS 6.1.2 (NIST, 2014).

$$\frac{D^*}{\delta x}$$

Ekv.5

$$D^* = \left(\frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} \sqrt{g}} \right)^{2/5} \quad \text{Ekv.6}$$

För att en simulering ska anses ha en acceptabel upplösning bör kvoten $D^*/\delta x$ ligga mellan 10 och 20, men vissa variabler kan grovt undersökas med en kvot på fem vid inledande simuleringar (Nystedt & Frantzich, 2011).

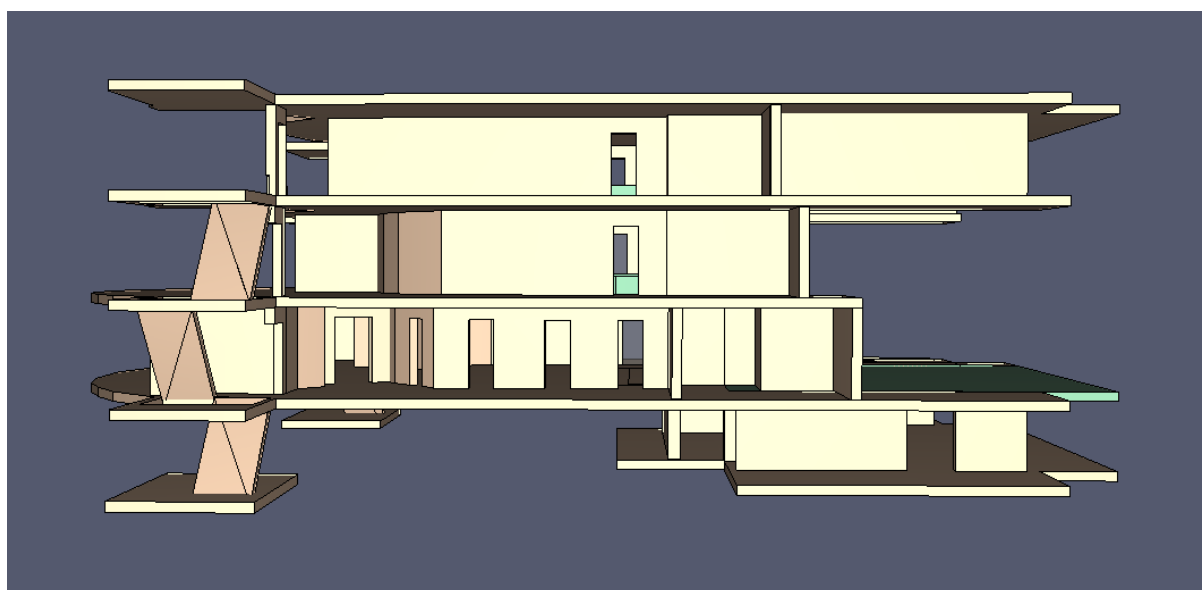
Förhållandet mellan brandkällans yta och dess effektutveckling är viktigt att tänka på. En hög effektutveckling som utvecklas över en liten yta kan leda till en jetflamma som associeras med stora Froudetal och en för låg effektutveckling som utvecklas över en stor yta kan leda till att flammen bryts upp och separata mindre flammor bildas (BIV, 2013).

För att kontrollera detta förhållande används följande formel, presenterad av Cox och Kumar (SFPE, 2002).

$$Q^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} D^2 \sqrt{gD}} \quad \text{Ekv.7}$$

Q^* är ett mått på hur stark branden är i förhållande till sin yta och bör hållas inom intervallet 0,3 till 2,5 för att modellerna i FDS ska gälla, detta på grund av att FDS är skapad för att simulera situationer med låga strömningshastigheter (Nystedt & Frantzich, 2011).

Nedan visas en bild på uppbyggnaden av teatern i Pyrosim.



Figur 58. Östgötateatern uppbyggd i FDS.

D1.1 Begränsningar i FDS

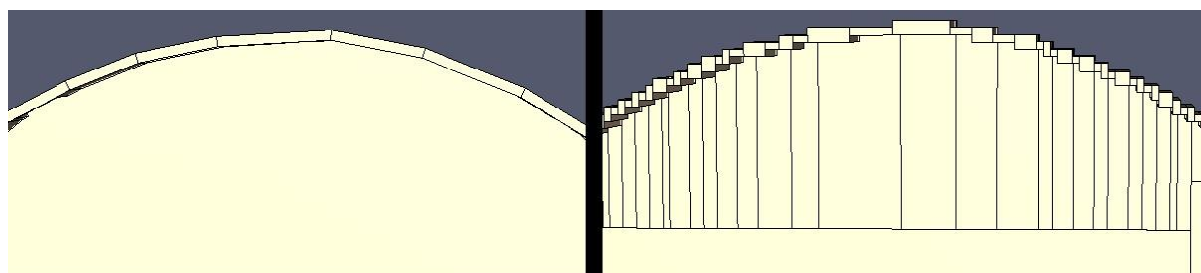
Vid användning av FDS är det viktigt att ta hänsyn till vad programmet är bra- respektive mindre bra på. Det går att mäta en mängd olika parametrar i FDS, men vissa av dem bör användas med försiktighet. I Tabell 23 presenteras en sammanställning från olika valideringsstudier gjorda på FDS (RES & EPRI, 2007). Tabellen är tagen från "CFD-beräkningar med FDS" (BIV, 2013).

Tabell 23. Parametrarnas tillförlitlighet i FDS

Parameter		Parametrarnas tillförlitlighet
Hot gas layer temperature	Room of Origin	OK
	Adjacent Room	OK
Hot gas layer height		OK
Ceiling jet temperature		OK
Plume temperature		Försiktighet
Flame height		Försiktighet
Oxygen concentration		OK
Smoke concentration		Försiktighet*
Room pressure		OK
Target temperature		Försiktighet
Radiant heat flux		Försiktighet
Total heat flux		Försiktighet
Wall temperature		Försiktighet

*FDS överskattar sotkoncentrationen i de studier som gjorts i rapporten av RES & EPRI. Detta ger dock konservativa resultat vid bedömning av tid till kritiska förhållanden.

Ett problem med FDS är att det enbart går att skapa celler i form av rätblock. Detta orsakar problem vid uppbyggnad av exempelvis runda ytor, så som valv eller krökta väggar, och sneda ytor, så som ramper och tak. I Pyrosim går det att rita både krökta- och sneda ytor, men dessa görs om av programmet innan en inputfil till FDS skapas. Det som sedan syns i FDS och Smokeview är en yta som påminner om en trappa, se Figur 59.



Figur 59. Sneda ytor i Pyrosim (vänster) som sedan omvandlas i Smokeview (höger).

En annan begränsning är att programmet inte tar hänsyn till läckage i väggar och tak, utan det måste manuellt läggas in i koden.

D2. Materialparametrar

Inför brandsimuleringar i FDS valdes materialparametrar enligt Tabell 24 nedan, värdena är förprogrammerade värden för 'Concrete' och 'Yellow pine' i Pyrosim och anses representativa för byggnaden i fråga. För betongen krävs ett antagande vid bestämmande av den termiska tjockleken då olika väggar är olika tjocka i byggnaden, ett värde på 0.3 m anses vara lämpligt. Scengolvet och räcken på balkongerna antas bestå av 5 centimeter furu.

Tabell 24. Materialparametrar i FDS

Material	Densitet (kg/m ³)	Specifik värmekapacitet (kJ/(kg K))	Konduktivitet (W(m K))	Emissivitet	Absorptions- koefficient (m ⁻¹)
Betong	2280	1.04	1.8	0.9	5 * 10 ⁴
Trä	640	2.85	0.14	0.9	5 * 10 ⁴

D3. Insamling av mätdata

För att kunna bestämma tid till kritiska förhållanden samlades data in för ett antal variabler enligt Tabell 25 nedan. Lokalens siktförhållanden mättes även för att kunna föra ett resonemang kring hur brandgaserna påverkar utrymmande människor, men är inte direkt kopplade till acceptanskriterier enligt avsnitt 5.4 *Kritiska förhållanden*. Placeringen av dessa mätningar gjordes enligt BIVs rekommendationer (Back, et al., 2013); vilket innebär att temperatur och sikten mäts med slicefiles på 2 m höjd över varje våningsplan, strålningen mäts med punktmätningar i de punkter utrymmande kan tänkas befinna sig och påverkas av strålning (t.ex. vid köbildning nära brand)

Tabell 25. Variabler för insamling av mätdata

Variabel	Mätningstyp	Quantity/PROP_ID	Kritisk gräns
Temperatur	Slicefile	Temperature	80°C
Strålning	Punktmätning	Radiative heat flux gas	2.5 kW/m ²
Toxicitet	Slicefiles		
- CO		Carbon monoxide	>1500 ppm
- CO ²		Carbon dioxide	>5 vol%
- O ²		Oxygen	<10 vol%
Sikt	Slicefile	Visibility	-

D4. Verifiering och validering

Nedan verifieras och valideras de simuleringarna som utförs i FDS-simuleringarna.

D4.1. Cellstorlek

I denna rapport har det genomförts 5 simuleringar, varav två var för att undersöka sprinkleraktivering i kapprummet och under scen. I tabellen nedan presenteras kvoterna av $D^*/\delta x$ för de olika simuleringarna.

Tabell 26. Cellstorlek

Scenario	Q_{max} (MW)	$D^*/\delta x$ (-)
Under scen (test av sprinkler)	13.0	26.84
Under scen	7.00	20.95
Kapprum (test av sprinkler)	3.00	14.93
Kapprum	0.47	7.110
Salong	2.80	14.52

På grund av tidsbrist kunde kapprumsbranden ej simuleras med finare mesh än 10 centimeter vilket leder till en relativt låg kvot på 7.11. Detta bör ej ha påverkat resultatet nämnvärt då det är över 5 som nämns som en undre gräns vid grövre simuleringar (Nystedt & Frantzich, 2011).

D4.2. Brändernas dimensionslösa storlek

I denna rapport har det genomförts 5 simuleringar, varav två var för att undersöka sprinkleraktivering i kapprummet respektive under scen. I tabellen nedan presenteras Q^* för de olika simuleringarna. Alla hamnar inom acceptabelt intervall.

Tabell 27. Brändernas dimensionslösa storlek

Scenario	Brandens diameter (m)	Q^* (-)
Under scen (test av sprinkler)	3.00	0.76
Under scen	3.09	0.38
Kapprum (test av sprinkler)	2.00	0.48
Kapprum	0.80	0.74
Salong	1.81	0.58

D4.3. Kontroll av flamtemperatur

För att kontrollera simuleringens rimlighet kontrolleras temperaturen i flamman för varje simulering, detta görs med två slicefiles, en i x- och en i y-led, i mitten av flamman. Värdena bör ligga mellan 700–1200°C i mitten av flamman (Back, et al., 2013) och 500–600°C i flammans ytterkant (Karlsson & Quintiere, 2000). Alla simuleringar klarar dessa kriterier.

D4.4. Antaganden och förenklingar

Ett antal antaganden och förenklingar har krävts för att kunna genomföra simuleringarna i FDS, en del på grund av begränsningar i FDS och en del för att spara tid. Geometrin har förenklats något för att passa förutsättningarna. Bland annat har förenklingen gjorts att balkongerna inte sluttar, vilket kommer påverka röksamlingen under balkongerna. Då dessa utrymmen utryms först anses detta inte påverka resultaten av riskvärderingen. Det största antagandet som gjorts i brandsimuleringarna är valet av brand vilket leder till stora osäkerheter. För att vara på den säkra sidan av dessa osäkerheter har konservativa val gjorts; t.ex. valet att alla jackor i kapprummet är av ren polyester ger en mer allvarlig brand än verkligheten där jackorna hade innehållit bland annat bomull som inte är lika allvarligt ur bland annat sotproduktions-synpunkt. Nodkonvergens för att se att simuleringen är gridoberoende har inte undersökts på grund av att det är mycket tidskrävande. Man har istället antagit att om värdet för kvoten mellan brandens karakteristiska diameter och den nominella cellstorleken är inom acceptabelt spann är även cellstorleken acceptabel. För en av simuleringarna är kvoten lite för låg (ett värde på 7) vilket eventuellt kan påverka resultaten negativt, det ansågs dock orimligt att minska cellstorleken ytterligare på grund av bristande simuleringskapacitet.

Appendix E- Brandsimuleringar i FDS

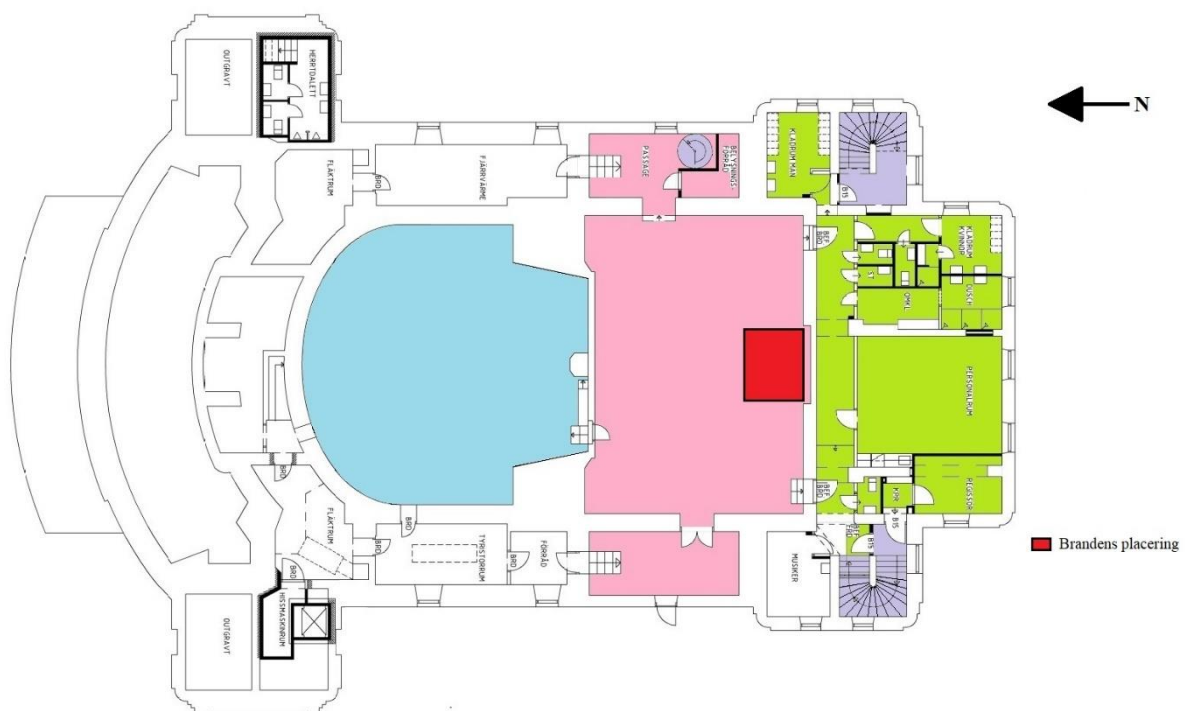
Nedan följer en detaljerad beskrivning av brandsimuleringarna i FDS, inklusive geometri, bränsle och effektutveckling.

E1. Scenario Brand under scen

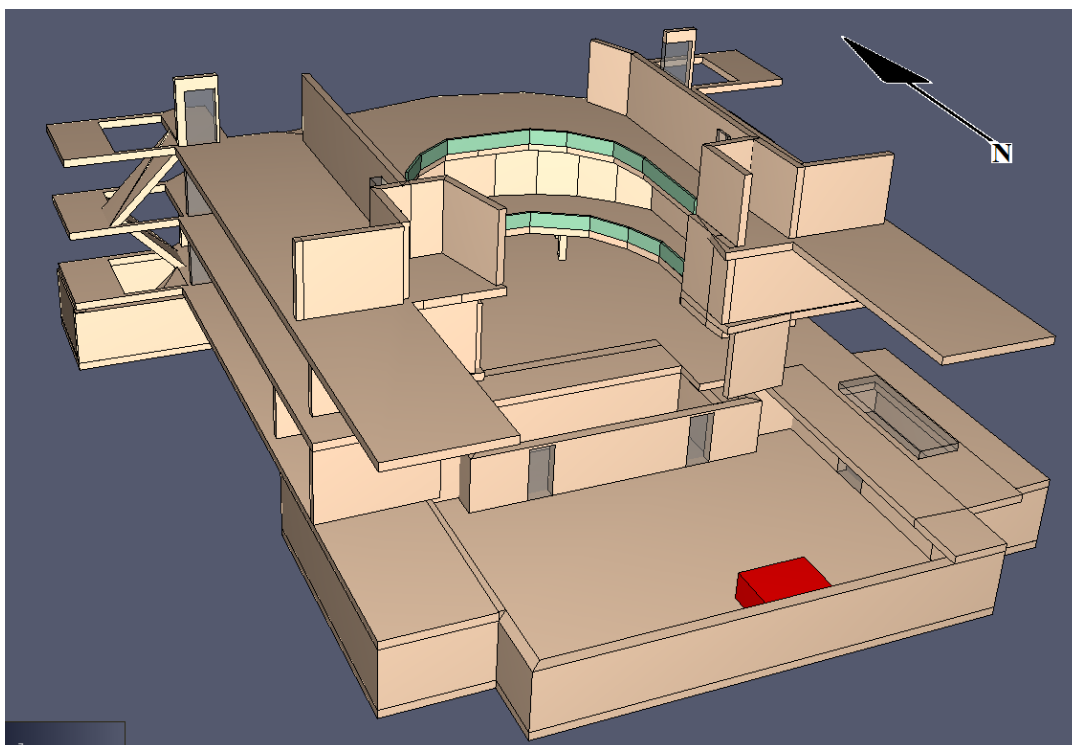
Nedan beskrivs simuleringarna i FDS för Brand under scen.

E1.1. Geometri

Geometrin ritades upp i Pyrosim och en brand med arean $2.6 \times 2.7 \text{m}^2$ placerades under scen, resultatet presenteras i Figur 60 och Figur 61 nedan med utvalda delar synliga. Dörrarna mellan utrymmet under scen och salongen antas vara öppna under hela förloppet då de saknar dörrstängare och är mycket tröga att stänga. Dörrarna till salongen öppnas efter 100 s och dörrarna i foajén öppnas efter 160 s, dörrarna förblir sedan öppna under hela utrymningsförloppet vilket är ett konservativt antagande.



Figur 60. Brandens placering under scen.



Figur 61. Brandens placering under scen i Pyrosim.

E1.2. Bränsle

Under scen finns en stor mängd bränsle av varierande slag, vad som är placerat i lokalen kommer även variera mycket då rekvisita från pågående, kommande och tidigare föreställningar förvaras här. Det finns även en mycket stor mängd kablar i lokalen. Huvudbränslen som har valts för att representera denna varierande brandbelastning är trä, dock anses kablarna så pass viktiga vid produktion av rök och toxiska produkter att dessa beaktas speciellt genom att anpassa rökavgivningen och produktionen av kolmonoxid i branden. Kablarnas bidrag till effektutvecklingen finns inbakat i modellbranden utan att behandlas explicit. Uppskattningen och förenklingen gjordes att hälften av det brännbara materialet består av kablar och den andra hälften av trä vilket ger följande värden (SFPE, 2002).

Tabell 28. Värden för bränsle under scen

Bränsle	Soot yield (kg/kg)	CO yield (kg/kg)
Trä	0.015	0.005
Kablar	0.175	0.082
Under scen	$(0.015*0.175)+0.5 = 0.095$	$(0.005+0.082)*0.5 = 0.0435$

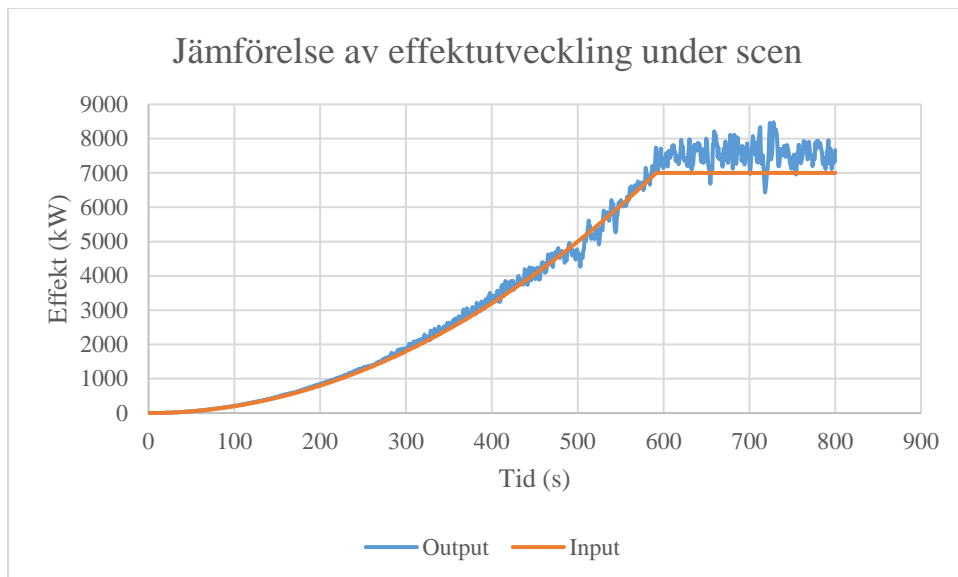
Till reaktionen användes data från SFPE för furu enligt tabellen nedan.

Tabell 29. Bränslets egenskaper

Bränsle	Kemisk formel	Förbränningsvärme (kJ/kg)
Furu	$CH_{1.7}O_{0.83}$	18 500

E1.3. Effektutveckling

Nedan visas en jämförelse mellan den effektutveckling som finns i input-filen och det som FDS räknat ut. Effektutvecklingen överskattas med cirka 500 kW efter sprinkleraktivering. Detta antas ej påverka analysens slutresultat nämnvärt och bortses därför från.



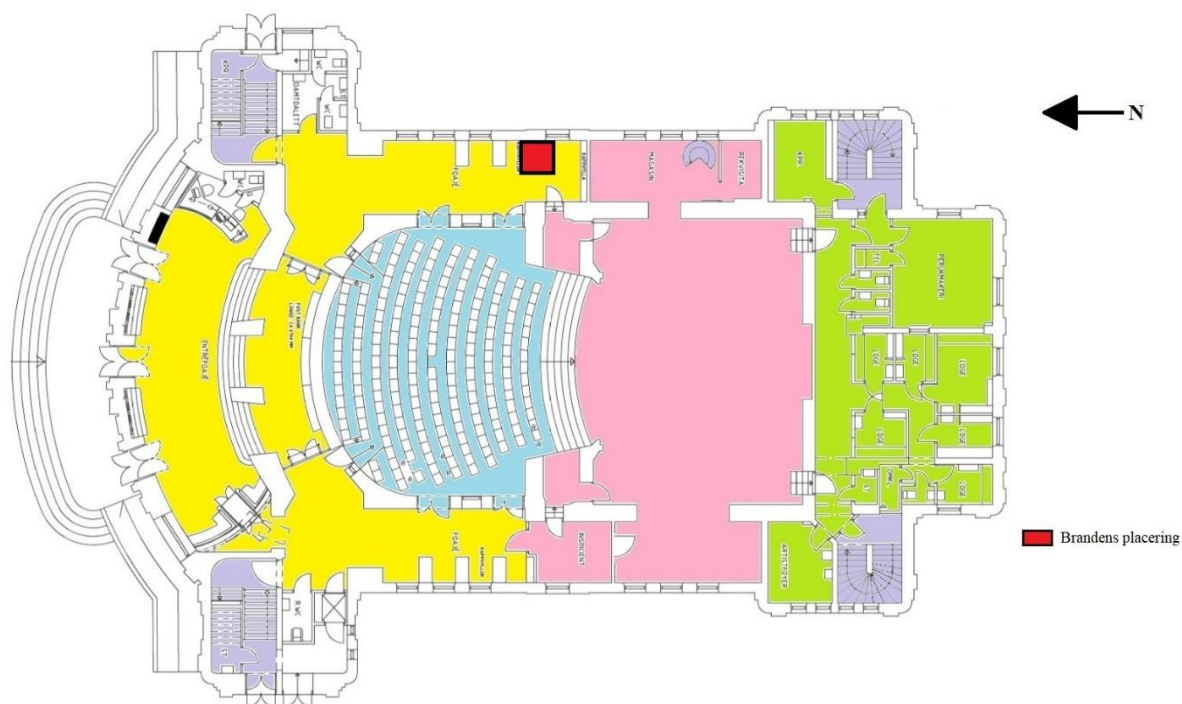
Figur 62. Jämförelse mellan den insatta effektutvecklingen och den som FDS räknar ut.

E2. Scenario Brand i kapprum

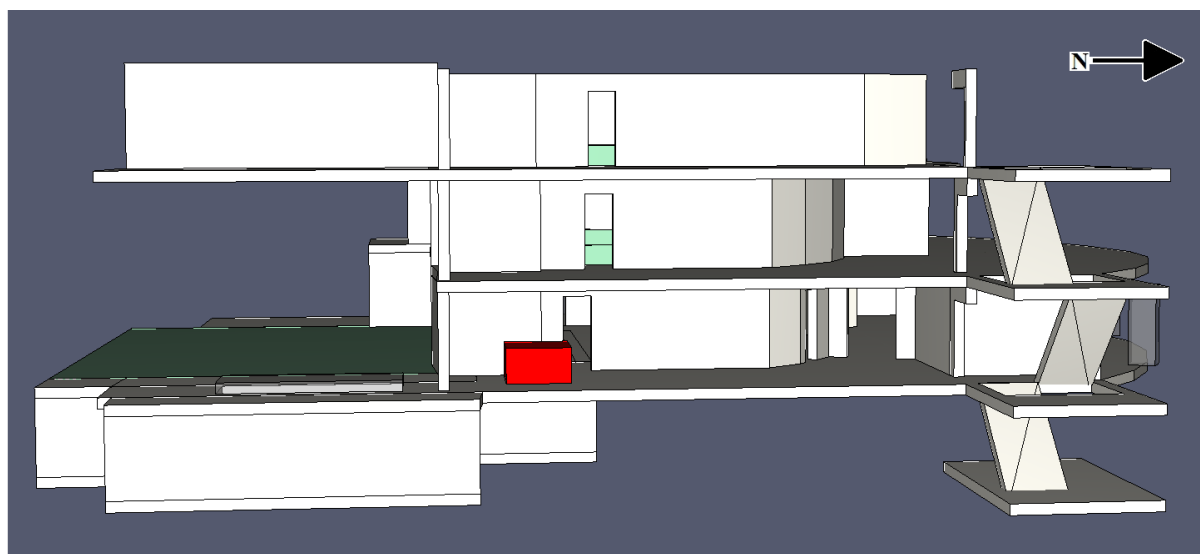
Nedan beskrivs simuleringarna i FDS för Brand i kapprum.

E2.1. Geometri

Geometrin ritades upp i Pyrosim och en brand med arean $1 \times 0.5 \text{ m}^2$ placerades i det östra kapprummet på bottenvåningen, resultatet presenteras i Figur 63 och Figur 64 nedan med utvalda delar synliga.



Figur 63. Brandens placering i kapprum.



Figur 64. Brandens placering i kapprum i Pyrosim.

E2.2. Bränsle

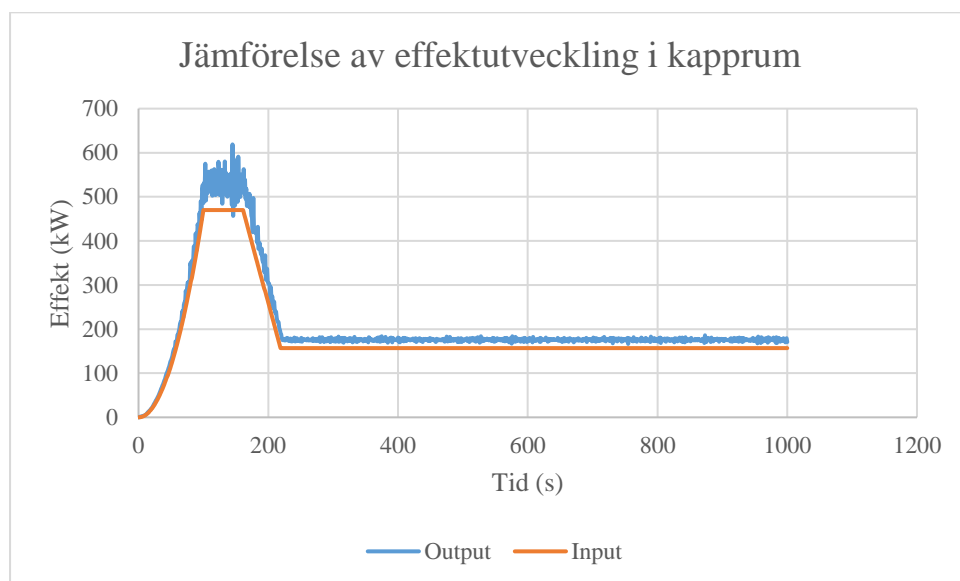
Bränslet består av 90st kappor, förenklingen gjordes att de var gjorda av 100 % polyester då värden för bomull inte hittades. Detta är ett konservativt antagande i förhållande till rökproduktion. Till reaktionen användes data från försök (Staffansson, 2010) med polyester enligt tabellen nedan.

Tabell 30. Värden för bränsle under scen.

Bränsle	Soot yield (kg/kg)	CO yield (kg/kg)	Kemisk formel	Förbränningsvärme (kJ/kg)
Polyester	0.08	0.091	C ₁₀ H ₈ O ₄	30 500

E2.3. Effektutveckling

Nedan visas en jämförelse mellan den effektutveckling som finns i input-filen och det som FDS räknat ut. Effektutvecklingen överskattas med cirka 15 % efter sprinkleraktivering. Detta antas ej påverka analysens slutresultat nämnvärt och bortses därför från.



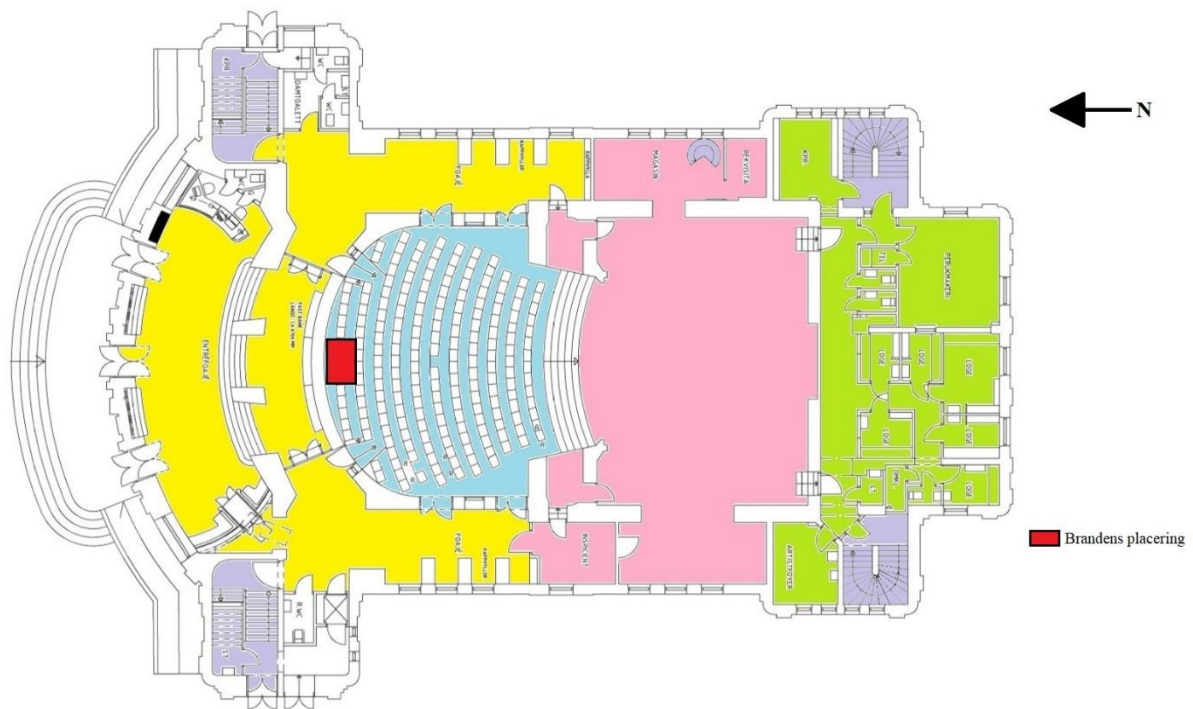
Figur 65. Jämförelse av effektutveckling i kapprum.

E3. Scenario Brand i salong

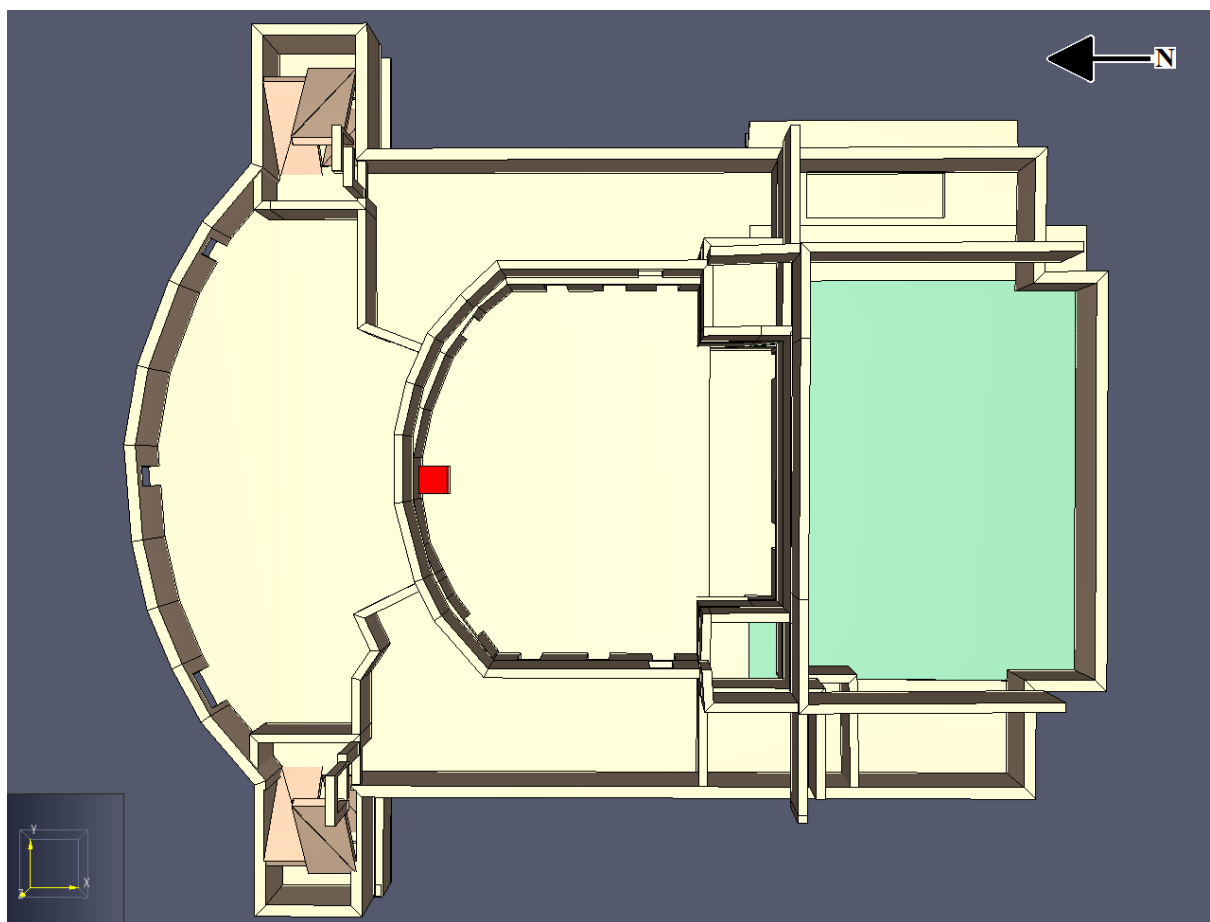
Nedan beskrivs simuleringarna i FDS för Brand i salong.

E3.1. Geometri

Geometrin ritades upp i Pyrosim och en brand med arean $1.6 \times 1.6 \text{ m}^2$ placerades längst bak i salongen på bottenvåningen, resultatet presenteras i Figur 66 och Figur 67 nedan med utvalda delar synliga.



Figur 66. Brandens placering i salongen.



Figur 67. Brandens placering i salongen i Pyrosim.

E3.2. Bränsle

I salongen finns en mängd stolar spridda över lokalens 3 plan. På bottenplan finns ett utrymme tänkt för en ljudtekniker och dennes utrustning. Huvudbränslet som valts för att representera utrymmet är trä, då tekniken i teknikbåset antas vara startkällan för branden, som sedan sprider sig till träkonstruktionen i båset. Då ingen information angående salongsstolarnas eventuella flamskydd erhållits har en ändring av trämaterialiets egenskaper gjorts för att kompensera för att stolarna eventuellt börjar brinna. Ett antagande har gjorts att stolstyget är tillverkat av polyester. Uppskattningen och förenklingen görs att 70 % av det brännbara materialet består utav trä, och 30 % består utav polyester. I Tabell 31 redovisas värden för de olika materialen samt den slutgiltiga indatan till FDS.

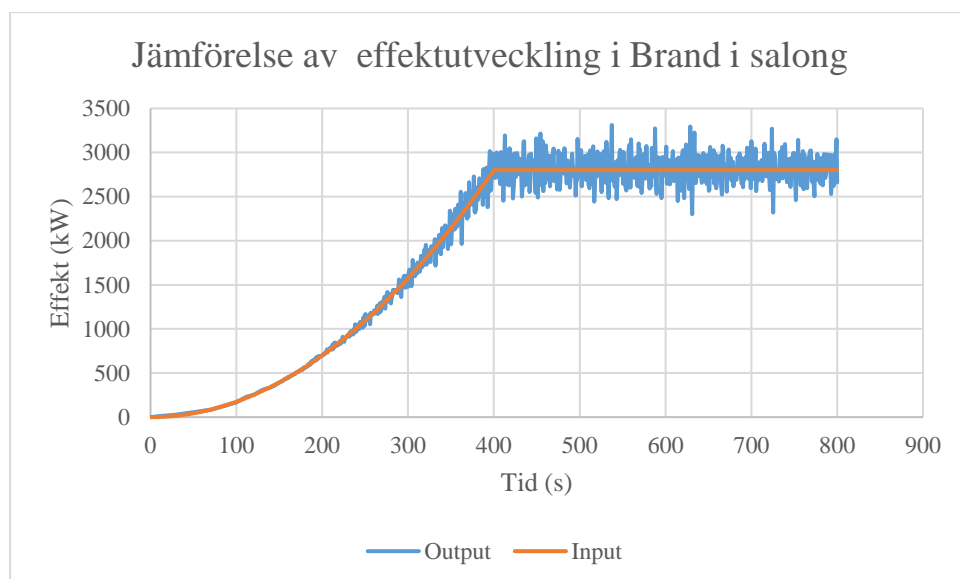
Tabell 31. Värden för bränsle i salong

Bränsle	Rökproduktion [kg/kg]	Kolmonoxidproduktion [kg/kg]
Trä	0.015	0.005
Polyester	0.08	0.091
Salong	$(0.015*0.7)+(0.08*0.3)$ 0.0345	$(0.005*0.7)+(0.091*0.3)$ = 0.0308

Som nämnts i avsnitt *Scenario Brand i salong* har värdena för rökproduktion och kolmonoxid matats in fel i FDS, värden som använts där är 0,06 för rökproduktion och 0,035 för kolmonoxidproduktion. Detta diskuteras i avsnitt 6.3.5. *Diskussion och åtgärdsförslag*.

E3.3. Effekttutveckling

Nedan i Figur 68 visas en jämförelse mellan den effekttutveckling som finns i input-filen och det som FDS räknat ut. Till synes passar de varandra bra.



Figur 68. Jämförelse av effekttutvecklingen i Brand i salong.

Appendix F- Indata till FDS

Nedan presenteras viktiga delar ur indatan till FDS-simuleringarna.

F1. Indata till Brand under scen

```
&HEAD CHID='underscen3'/

&TIME T_END=800.0/

&DUMP RENDER_FILE='underscen3.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE., DT_RESTART=300.0/

&MESH ID='Under salong', IJK=130,250,10, XB=-34.0,-21.0,0.0,25.0,2.0,3.0/
&MESH ID='Kallare vast', IJK=150,30,36, XB=-21.0,-6.0,0.0,3.0,-0.6,3.0/
&MESH ID='Salong nedre', IJK=200,160,30, XB=-34.0,-14.0,4.0,20.0,3.0,6.0/
&MESH ID='Salong mitt', IJK=200,160,30, XB=-34.0,-14.0,4.0,20.0,6.0,9.0/
&MESH ID='Salong ovre', IJK=200,160,30, XB=-34.0,-14.0,4.0,20.0,9.0,12.0/
&MESH ID='Kapprum vast', IJK=100,20,45, XB=-34.0,-14.0,0.0,4.0,3.0,12.0/
&MESH ID='Kapprum ost', IJK=100,20,45, XB=-34.0,-14.0,20.0,24.0,3.0,12.0/
&MESH ID='Brandrum', IJK=170,200,36, XB=-21.0,-4.0,3.0,23.0,-0.6,3.0/
&MESH ID='Kallare ost', IJK=170,20,36, XB=-21.0,-4.0,23.0,25.0,-0.6,3.0/
&MESH ID='Fojaje borta', IJK=30,110,50, XB=-40.0,-34.0,1.0,23.0,2.0,12.0/

&MISC/

&REAC FUEL='PINE',FYI='SFPE_Pine,C_1 H_1.7 O_0.83', C=1.0,H=1.7,O=0.83,N=0.0, SOOT_Yield=0.095, CO_YIELD=0.0435,
HEAT_OF_COMBUSTION=18500.0, IDEAL=.TRUE., RADIATIVE_FRACTION=0.35/

&RADI RADIATION=.TRUE., NUMBER_RADIATION_ANGLES=104/

&SURF ID='FIRE', RAMP_Q='tsquared', HRRPUA=1855.4, COLOR='RED' /

&RAMP ID='tsquared', T= 0.0, F=0.00 /
&RAMP ID='tsquared', T= 10.0, F=0.00015 /
&RAMP ID='tsquared', T= 20.0, F=0.00062 /
&RAMP ID='tsquared', T= 30.0, F=0.00138 /
&RAMP ID='tsquared', T= 40.0, F=0.00246 /
&RAMP ID='tsquared', T= 50.0, F=0.00385 /
&RAMP ID='tsquared', T= 60.0, F=0.00554 /
&RAMP ID='tsquared', T= 70.0, F=0.00754 /
&RAMP ID='tsquared', T= 80.0, F=0.00985 /
&RAMP ID='tsquared', T= 90.0, F=0.0125 /
&RAMP ID='tsquared', T= 100.0, F=0.0154 /
&RAMP ID='tsquared', T= 110.0, F=0.0186 /
&RAMP ID='tsquared', T= 120.0, F=0.0222 /
&RAMP ID='tsquared', T= 130.0, F=0.026 /
&RAMP ID='tsquared', T= 140.0, F=0.03 /
```


&RAMP ID='tsquared', T= 150.0, F=0.035 /
&RAMP ID='tsquared', T= 160.0, F=0.04 /
&RAMP ID='tsquared', T= 170.0, F=0.044 /
&RAMP ID='tsquared', T= 180.0, F=0.05 /
&RAMP ID='tsquared', T= 190.0, F=0.056 /
&RAMP ID='tsquared', T= 200.0, F=0.062 /
&RAMP ID='tsquared', T= 210.0, F=0.068 /
&RAMP ID='tsquared', T= 220.0, F=0.074 /
&RAMP ID='tsquared', T= 230.0, F=0.081 /
&RAMP ID='tsquared', T= 240.0, F=0.089 /
&RAMP ID='tsquared', T= 250.0, F=0.096 /
&RAMP ID='tsquared', T= 260.0, F=0.10 /
&RAMP ID='tsquared', T= 270.0, F=0.11 /
&RAMP ID='tsquared', T= 280.0, F=0.12 /
&RAMP ID='tsquared', T= 290.0, F=0.13 /
&RAMP ID='tsquared', T= 300.0, F=0.138 /
&RAMP ID='tsquared', T= 310.0, F=0.148 /
&RAMP ID='tsquared', T= 320.0, F=0.157 /
&RAMP ID='tsquared', T= 330.0, F=0.168 /
&RAMP ID='tsquared', T= 340.0, F=0.178 /
&RAMP ID='tsquared', T= 350.0, F=0.188 /
&RAMP ID='tsquared', T= 360.0, F=0.20 /
&RAMP ID='tsquared', T= 370.0, F=0.21 /
&RAMP ID='tsquared', T= 380.0, F=0.22 /
&RAMP ID='tsquared', T= 390.0, F=0.23 /
&RAMP ID='tsquared', T= 400.0, F=0.246 /
&RAMP ID='tsquared', T= 410.0, F=0.259 /
&RAMP ID='tsquared', T= 420.0, F=0.27 /
&RAMP ID='tsquared', T= 430.0, F=0.28 /
&RAMP ID='tsquared', T= 440.0, F=0.30 /
&RAMP ID='tsquared', T= 450.0, F=0.31 /
&RAMP ID='tsquared', T= 460.0, F=0.32 /
&RAMP ID='tsquared', T= 470.0, F=0.34 /
&RAMP ID='tsquared', T= 480.0, F=0.35 /
&RAMP ID='tsquared', T= 490.0, F=0.37 /
&RAMP ID='tsquared', T= 500.0, F=0.38 /
&RAMP ID='tsquared', T= 510.0, F=0.40 /
&RAMP ID='tsquared', T= 520.0, F=0.42 /
&RAMP ID='tsquared', T= 530.0, F=0.43 /

&RAMP ID='tsquared', T= 540.0, F=0.45 /
&RAMP ID='tsquared', T= 550.0, F=0.46 /
&RAMP ID='tsquared', T= 560.0, F=0.48 /
&RAMP ID='tsquared', T= 570.0, F=0.50 /
&RAMP ID='tsquared', T= 580.0, F=0.52 /
&RAMP ID='tsquared', T= 590.0, F=0.53 /
&RAMP ID='tsquared', T= 600.0, F=0.55 /
&RAMP ID='tsquared', T= 800.0, F=0.55 /

&DEVC ID='GASMUSIK2', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-15.6019,9.44456,2.0, ORIENTATION=1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='GASMUSIK1', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-15.999,15.689,2.0, ORIENTATION=1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='TIMER->OUT', QUANTITY='TIME', XYZ=-21.0,6.0,0.5, SETPOINT=100.0/
&DEVC ID='TIMER->OUT2', QUANTITY='TIME', XYZ=-21.0,6.0,0.5, SETPOINT=160.0/

&MATL ID='CONCRETE',
FYI='NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation',
SPECIFIC_HEAT=1.04,
CONDUCTIVITY=1.8,
DENSITY=2280.0/

&MATL ID='YELLOW PINE',
FYI='Quintiere, Fire Behavior - NIST NRC Validation',
SPECIFIC_HEAT=2.85,
CONDUCTIVITY=0.14,
DENSITY=640.0/

&SURF ID='Concrete',
COLOR='PEACH PUFF',
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='CONCRETE',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.3/

&SURF ID='Pine',
RGB=146.0,202.0,166.0,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='YELLOW PINE',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=1.0/

&VENT ID='Mesh Vent: Under salong [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-34.0,23.0,25.0,2.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Under salong [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-34.0,0.0,1.0,2.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Under salong [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-21.0,25.0,25.0,2.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Under salong [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-21.0,0.0,0.0,2.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Under salong [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-21.0,24.0,25.0,3.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Under salong [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-21.0,0.0,25.0,2.0,2.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare vast [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-6.0,-6.0,0.0,3.0,-0.6,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare vast [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-21.0,0.0,3.0,-0.6,2.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare vast [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-6.0,0.0,0.0,-0.6,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare vast [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-6.0,0.0,3.0,3.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare vast [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-6.0,0.0,3.0,-0.6,-0.6, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,4.0,20.0,3.0,6.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Salong mitt [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,4.0,20.0,6.0,9.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,4.0,20.0,9.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-14.0,4.0,20.0,12.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum vast [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,0.0,4.0,3.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum vast [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-34.0,0.0,1.0,3.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum vast [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-14.0,0.0,0.0,3.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum vast [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-14.0,0.0,4.0,12.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum ost [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,20.0,24.0,3.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum ost [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-34.0,23.0,24.0,3.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum ost [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-14.0,24.0,24.0,3.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kapprum ost [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-14.0,20.0,24.0,12.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-4.0,-4.0,3.0,23.0,-0.6,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-21.0,3.0,23.0,-0.6,2.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-6.0,-4.0,3.0,3.0,-0.6,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-4.0,3.0,23.0,3.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-4.0,3.0,23.0,-0.6,-0.6, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare ost [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-4.0,-4.0,23.0,25.0,-0.6,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare ost [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-21.0,23.0,25.0,-0.6,2.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare ost [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-4.0,25.0,25.0,-0.6,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare ost [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-4.0,23.0,24.0,3.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare ost [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-4.0,24.0,25.0,3.0,3.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Kallare ost [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-4.0,23.0,25.0,-0.6,-0.6, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje borta [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-40.0,-40.0,1.0,23.0,2.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje borta [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-40.0,-34.0,23.0,23.0,2.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje borta [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-40.0,-34.0,1.0,1.0,2.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje borta [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-40.0,-34.0,1.0,23.0,12.0,12.0, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje borta [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-40.0,-34.0,1.0,23.0,2.0,2.0, COLOR='INVISIBLE'/

```

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=4.5/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=7.5/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=4.5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=7.5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=4.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=7.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=4.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=7.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=4.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=7.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=13.7267/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=-6.03337/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBZ=-15.2019/

```

```
&TAIL /
```

F2. Indata till Brand i kapprum

```

&HEAD CHID='kapprumfix'/
&TIME T_END=1000.0/
&DUMP RENDER_FILE='kapprumfix.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE., DT_RESTART=300.0/

&MESH ID='vast trapphus-a', IJK=60,35,20, XB=-39.0,-27.0,0.0,7.0,1.7,5.7/
&MESH ID='foaje vast', IJK=120,80,108, XB=-39.0,-27.0,7.0,15.0,1.7,12.5/
&MESH ID='foaje ost', IJK=120,50,108, XB=-39.0,-27.0,15.0,20.0,1.7,12.5/
&MESH ID='trapphus ost', IJK=100,85,128, XB=-37.0,-27.0,20.0,28.5,-0.3,12.5/
&MESH ID='Brandrum', IJK=128,80,40, XB=-27.0,-14.2,15.0,23.0,1.7,5.7/
&MESH ID='over brand', IJK=64,40,34, XB=-27.0,-14.2,15.0,23.0,5.7,12.5/

&MISC SUPPRESSION=.FALSE./

```

&REAC FUEL='POLYESTER',FYI='Polyester,C_10 H_8
O_4',C=10.0,H=8.0,O=4.0,N=0.0,SOOT_Yield=0.08,CO_YIELD=0.091,HEAT_OF_COMBUSTION=30500.0,IDEAL=.TRUE./
&RADI RADIATION=.TRUE., RADIATIVE_FRACTION=0.35, NUMBER_RADIATION_ANGLES=104/

&SURF ID='FIRE', RAMP_Q='tsquared', HRRPUA=956.9, COLOR='RED' /

&RAMP ID='tsquared', T= 0.0, F=0.00 /

&RAMP ID='tsquared', T= 10.0, F=0.01 /

&RAMP ID='tsquared', T= 20.0, F=0.04 /

&RAMP ID='tsquared', T= 30.0, F=0.09 /

&RAMP ID='tsquared', T= 40.0, F=0.16 /

&RAMP ID='tsquared', T= 50.0, F=0.25 /

&RAMP ID='tsquared', T= 60.0, F=0.35 /

&RAMP ID='tsquared', T= 70.0, F=0.48 /

&RAMP ID='tsquared', T= 80.0, F=0.63 /

&RAMP ID='tsquared', T= 90.0, F=0.79 /

&RAMP ID='tsquared', T= 100.0, F=0.98 /

&RAMP ID='tsquared', T= 101.0, F=1.0 /

&RAMP ID='tsquared', T= 161.0, F=1.0 /

&RAMP ID='tsquared', T= 171.0, F=0.89 /

&RAMP ID='tsquared', T= 181.0, F=0.78 /

&RAMP ID='tsquared', T= 191.0, F=0.67 /

&RAMP ID='tsquared', T= 201.0, F=0.55 /

&RAMP ID='tsquared', T= 211.0, F=0.44 /

&RAMP ID='tsquared', T= 221.0, F=0.33 /

&PROP ID='Cleary Ionization II',

QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',

SPEC_ID='CARBON DIOXIDE',

ALPHA_E=2.5,

BETA_E=-0.7,

ALPHA_C=0.8,

BETA_C=-0.9/

&DEVC ID='SD trappa ost', PROP_ID='Cleary Ionization II', XYZ=-31.6,23.5,11.4/

&DEVC ID='SD kapprum ost', PROP_ID='Cleary Ionization II', XYZ=-24.0,20.4,5.1/

&DEVC ID='GAS1', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-19.5,18.5,4.5, ORIENTATION=0.0,1.0,0.0/

&DEVC ID='GAS2', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-26.5,20.0,4.5, ORIENTATION=1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='GAStrapphus', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-31.6,23.5,10.5, ORIENTATION=0.0,0.0,-1.0/
&DEVC ID='TIMER->OUT', QUANTITY='TIME', XYZ=-39.0,0.0,1.7, SETPOINT=240.0/
&DEVC ID='TIMER->OUT2', QUANTITY='TIME', XYZ=-39.0,0.0,1.7, SETPOINT=300.0/

&MATL ID='CONCRETE',
FYI='NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation',
SPECIFIC_HEAT=1.04,
CONDUCTIVITY=1.8,
DENSITY=2280.0/

&MATL ID='YELLOW PINE',
FYI='Quintiere, Fire Behavior - NIST NRC Validation',
SPECIFIC_HEAT=2.85,
CONDUCTIVITY=0.14,
DENSITY=640.0/

&SURF ID='Concrete',
COLOR='PEACH PUFF',
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='CONCRETE',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.3/

&SURF ID='Pine',
RGB=146.0,202.0,166.0,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='YELLOW PINE',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.05/

&VENT ID='Mesh Vent: vast trapphus-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-27.0,0.0,7.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: vast trapphus-a [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-39.0,0.0,7.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: vast trapphus-a [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,0.0,0.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: vast trapphus-a [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,0.0,7.0,5.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: vast trapphus-a [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,0.0,7.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje vast [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-27.0,7.0,15.0,1.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje vast [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-39.0,7.0,15.0,1.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje vast [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,7.0,7.0,5.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje vast [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,7.0,15.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje vast [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,7.0,15.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: foaje ost [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-39.0,15.0,20.0,1.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje ost [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-37.0,20.0,20.0,1.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje ost [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,15.0,20.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: foaje ost [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-27.0,15.0,20.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: trapphus ost [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-27.0,20.0,23.0,-0.3,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: trapphus ost [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-27.0,23.0,28.5,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: trapphus ost [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-37.0,-37.0,20.0,28.5,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: trapphus ost [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-37.0,-27.0,28.5,28.5,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: trapphus ost [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-37.0,-27.0,20.0,20.0,-0.3,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: trapphus ost [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-37.0,-27.0,20.0,28.5,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: trapphus ost [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-37.0,-27.0,20.0,28.5,-0.3,-0.3, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.2,-14.2,15.0,23.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-14.2,23.0,23.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-14.2,15.0,15.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: Brandrum [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-14.2,15.0,23.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: over brand [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.2,-14.2,15.0,23.0,5.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: over brand [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-14.2,23.0,23.0,5.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: over brand [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-14.2,15.0,15.0,5.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
&VENT ID='Mesh Vent: over brand [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-27.0,-14.2,15.0,23.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBX=-30.3/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=-18.6807/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=21.711/

&TAIL /

F3. Indata till Brand i salong

&HEAD CHID='salongfix'/

&TIME T_END=800.0/

&DUMP RENDER_FILE='salongfix.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE., DT_RESTART=300.0/

&MESH ID='Musikdel', IJK=35,65,11, XB=-21.0,-14.0,6.0,19.0,-0.5,1.7/

&MESH ID='Salong nedre-a', IJK=150,40,40, XB=-29.0,-14.0,0.0,4.0,1.7,5.7/

&MESH ID='Salong nedre-b-a', IJK=150,160,40, XB=-29.0,-14.0,4.0,20.0,1.7,5.7/

&MESH ID='Salong nedre-b-b', IJK=150,40,40, XB=-29.0,-14.0,20.0,24.0,1.7,5.7/

&MESH ID='Salong mitt-a', IJK=150,40,30, XB=-29.0,-14.0,0.0,4.0,5.7,8.7/

&MESH ID='Salong mitt-b-a', IJK=150,160,30, XB=-29.0,-14.0,4.0,20.0,5.7,8.7/

&MESH ID='Salong mitt-b-b', IJK=150,40,30, XB=-29.0,-14.0,20.0,24.0,5.7,8.7/

&MESH ID='Salong ovre-a', IJK=150,40,38, XB=-29.0,-14.0,0.0,4.0,8.7,12.5/

&MESH ID='Salong ovre-b-a', IJK=150,160,38, XB=-29.0,-14.0,4.0,20.0,8.7,12.5/

&MESH ID='Salong ovre-b-b', IJK=150,40,38, XB=-29.0,-14.0,20.0,24.0,8.7,12.5/

&MESH ID='Fojje', IJK=32,100,35, XB=-39.0,-32.6,0.0,20.0,1.7,8.7/

&MESH ID='Mitt', IJK=36,200,128, XB=-32.6,-29.0,0.0,20.0,-0.3,12.5/

&MESH ID='Liten bredvid trapphus', IJK=10,20,64, XB=-36.0,-34.0,20.0,24.0,-0.3,12.5/

&MESH ID='Trapphus ost', FYI='Trapphus', IJK=50,80,128, XB=-34.0,-29.0,20.0,28.0,-0.3,12.5/

&MISC SUPPRESSION=.FALSE./

&REAC FUEL='PINE',FYI='SFPE_Pine,C_1 H_1.7

O_0.83,C=1.0,H=1.7,O=0.83,N=0.0,SOOT_Yield=0.06,CO_YIELD=0.035,HEAT_OF_COMBUSTION=18500.0,IDEAL=.TRUE.,
RADIATIVE_FRACTION=0.35/

&RADI RADIATION=.TRUE., NUMBER_RADIATION_ANGLES=104/

&SURF ID='FIRE', RAMP_Q='tsquared', HRRPUA=1100.0, COLOR='RED' /

&RAMP ID='tsquared', T= 0.0, F=0.00 /

&RAMP ID='tsquared', T= 10.0, F=0.004 /

&RAMP ID='tsquared', T= 20.0, F=0.007 /

&RAMP ID='tsquared', T= 30.0, F=0.01 /

&RAMP ID='tsquared', T= 40.0, F=0.015 /

&RAMP ID='tsquared', T= 50.0, F=0.02 /

&RAMP ID='tsquared', T= 60.0, F=0.025 /

&RAMP ID='tsquared', T= 70.0, F=0.03 /

&RAMP ID='tsquared', T= 80.0, F=0.04 /

&RAMP ID='tsquared', T= 90.0, F=0.05 /

&RAMP ID='tsquared', T= 100.0, F=0.06 /

&RAMP ID='tsquared', T= 110.0, F=0.08 /
&RAMP ID='tsquared', T= 120.0, F=0.09 /
&RAMP ID='tsquared', T= 130.0, F=0.11 /
&RAMP ID='tsquared', T= 140.0, F=0.12 /
&RAMP ID='tsquared', T= 150.0, F=0.14 /
&RAMP ID='tsquared', T= 160.0, F=0.16 /
&RAMP ID='tsquared', T= 170.0, F=0.18 /
&RAMP ID='tsquared', T= 180.0, F=0.20 /
&RAMP ID='tsquared', T= 190.0, F=0.23 /
&RAMP ID='tsquared', T= 200.0, F=0.25 /
&RAMP ID='tsquared', T= 210.0, F=0.28 /
&RAMP ID='tsquared', T= 220.0, F=0.30 /
&RAMP ID='tsquared', T= 230.0, F=0.33 /
&RAMP ID='tsquared', T= 240.0, F=0.36 /
&RAMP ID='tsquared', T= 250.0, F=0.39 /
&RAMP ID='tsquared', T= 260.0, F=0.42 /
&RAMP ID='tsquared', T= 270.0, F=0.46 /
&RAMP ID='tsquared', T= 280.0, F=0.49 /
&RAMP ID='tsquared', T= 290.0, F=0.53 /
&RAMP ID='tsquared', T= 300.0, F=0.56 /
&RAMP ID='tsquared', T= 310.0, F=0.60 /
&RAMP ID='tsquared', T= 320.0, F=0.64 /
&RAMP ID='tsquared', T= 330.0, F=0.68 /
&RAMP ID='tsquared', T= 340.0, F=0.72 /
&RAMP ID='tsquared', T= 350.0, F=0.77 /
&RAMP ID='tsquared', T= 360.0, F=0.81 /
&RAMP ID='tsquared', T= 370.0, F=0.86 /
&RAMP ID='tsquared', T= 380.0, F=0.90 /
&RAMP ID='tsquared', T= 390.0, F=0.95 /
&RAMP ID='tsquared', T= 400.0, F=1.00 /
&RAMP ID='tsquared', T= 1000.0, F=1.00 /

&DEVC ID='GASdorr nara ost', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-26.2773,16.6103,4.3, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/

&DEVC ID='GAS dorr nara vast', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-26.2237,6.62976,4.3, ORIENTATION=0.0,1.0,0.0/

&DEVC ID='GAS1m', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-27.9887,9.96335,4.3, ORIENTATION=0.0,1.0,0.0/

&DEVC ID='GAS2m', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-27.797,14.3447,4.3, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/

&DEVC ID='GAS3m', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-24.0386,11.5391,4.3, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/

&DEVC ID='GAS4m', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-23.0802,11.5678,4.3, ORIENTATION=1.0,0.0,0.0/

&DEVC ID='GAS5m', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-22.1899,11.4769,4.3, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/
&DEVC ID='GAS6m', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-20.9284,11.2954,4.3, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0/
&DEVC ID='TIMER->OUT', QUANTITY='TIME', XYZ=-21.0,6.0,-0.5, SETPOINT=120.0/
&DEVC ID='TIMER->OUT2', QUANTITY='TIME', XYZ=-21.0,6.0,-0.5, SETPOINT=180.0/

&MATL ID='CONCRETE',

FYI='NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation',
SPECIFIC_HEAT=1.04,
CONDUCTIVITY=1.8,
DENSITY=2280.0/

&MATL ID='YELLOW PINE',

FYI='Quintiere, Fire Behavior - NIST NRC Validation',
SPECIFIC_HEAT=2.85,
CONDUCTIVITY=0.14,
DENSITY=640.0/

&SURF ID='Concrete',

COLOR='PEACH PUFF',
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='CONCRETE',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.3/

&SURF ID='Pine',

RGB=146.0,202.0,166.0,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='YELLOW PINE',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=1.0/

&HOLE ID='Hole', XB=-13.0015,-11.4876,20.3128,20.7128,0.0,2.1/

&HOLE ID='Hole', XB=-15.7019,-14.7019,8.90937,9.86841,0.0,2.1/

&HOLE ID='Hole', XB=-15.7019,-14.7019,15.2251,16.186,0.0,2.1/

&HOLE ID='Hole', XB=-11.0111,-9.48791,4.20597,4.60597,0.0,2.1/

&HOLE ID='Hole', XB=-14.5224,-9.52865,20.994,22.6267,2.0,2.8/

&HOLE ID='Hole', XB=-30.6669,-29.6669,21.4159,22.6267,2.5,4.7/

&HOLE ID='Hole', XB=-30.8641,-29.8641,0.866035,2.08635,2.5,4.7/

&HOLE ID='Hole', XB=-30.5669,-29.7669,21.6264,22.6267,5.5,7.7/

&HOLE ID='Hole', XB=-30.7641,-29.9641,0.866035,1.9409,5.5,7.7/

&HOLE ID='Hole', XB=-30.6641,-29.8641,0.922556,2.09012,8.5,10.7/

&HOLE ID='Hole', XB=-30.4669,-29.6669,21.3507,22.6221,8.5,10.7/

&HOLE ID='Hole', XB=-33.7074,-30.4669,22.8975,25.3779,1.0,9.1/
&HOLE ID='Hole', XB=-19.9961,-19.1714,18.2373,19.0373,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-23.9703,-23.1639,18.2373,19.0373,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-20.6303,-19.805,18.438,19.238,5.5,7.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-21.8961,-21.0646,18.2373,19.0373,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-20.7078,-19.9074,18.5274,19.3274,8.5,10.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-20.1326,-19.3238,4.48076,5.28076,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-22.466,-21.6586,4.48076,5.28076,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-24.9159,-24.106,4.48076,5.28076,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-20.2665,-19.4577,4.55686,5.35686,5.5,7.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-20.3398,-19.5359,4.86924,5.66924,8.5,10.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.9,16.7,16.8,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.7,16.6,16.7,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.4,15.7,15.8,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.4,16.5,16.6,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.3,15.8,16.1,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.2,16.1,16.3,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.2,16.4,16.5,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.1,16.3,16.4,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-28.9,-28.4,15.6,15.7,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-28.6,-28.5,15.5,15.6,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.9,-29.0,16.0,16.1,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.8,-29.0,16.1,16.4,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.7,-29.0,15.9,16.0,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.7,-29.0,16.4,16.7,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.6,-29.5,16.9,17.0,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.6,-29.2,16.8,16.9,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.6,-29.0,16.7,16.8,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.4,-29.0,15.8,15.9,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.1,-29.0,15.7,15.8,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.9,6.7,6.8,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.7,6.8,6.9,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.6,7.8,7.9,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.5,6.9,7.0,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.5,7.6,7.8,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.4,7.4,7.6,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.3,7.0,7.1,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.3,7.2,7.4,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.0,-28.2,7.1,7.2,2.5,4.7/

&HOLE ID='Hole', XB=-28.8,-28.6,7.9,8.0,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.8,-29.0,7.3,7.5,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.7,-29.0,7.1,7.3,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.6,-29.0,6.9,7.1,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.6,-29.0,7.5,7.6,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.5,-29.0,6.7,6.9,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.4,-29.3,6.5,6.6,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.4,-29.1,6.6,6.7,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.4,-29.0,7.6,7.7,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-29.2,-29.0,7.7,7.8,2.5,4.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-33.8,-32.6,0.0,0.8,1.7,8.7/
&HOLE ID='Hole', XB=-32.6,-30.5,0.0,0.7,1.0,9.1/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.5,-26.3,17.0,17.1,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.5,-26.2,17.1,17.2,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.4,-26.4,16.9,17.0,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.4,-26.4,17.2,17.3,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.3,-26.7,17.4,17.5,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.3,-26.5,17.3,17.4,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.2,-26.8,17.5,17.6,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.2,-26.4,16.8,16.9,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.1,-27.0,17.6,17.7,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.1,-26.5,16.7,16.8,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-26.9,-26.6,16.6,16.7,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-26.8,-26.7,16.5,16.6,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.4,-26.1,6.1,6.2,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.3,-26.3,5.9,6.0,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.3,-26.2,6.0,6.1,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.2,-26.4,5.8,5.9,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.2,-26.2,6.2,6.3,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.1,-26.6,5.7,5.8,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.1,-26.3,6.3,6.4,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.0,-26.8,5.5,5.6,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.0,-26.7,5.6,5.7,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-27.0,-26.4,6.4,6.5,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-26.8,-26.5,6.5,6.6,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-26.7,-26.5,6.6,6.7,2.5,4.7, DEVC_ID='TIMER->OUT'/
&HOLE ID='Hole', XB=-39.0,-38.0,11.6,12.0,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
&HOLE ID='Hole', XB=-39.0,-37.8,11.2,11.6,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
&HOLE ID='Hole', XB=-37.2,-35.8,4.0,4.2,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/

&HOLE ID='Hole', XB=-37.0,-35.8,4.2,4.4,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-37.0,-35.6,3.6,4.0,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.8,-36.0,3.2,3.4,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.8,-35.4,3.4,3.6,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.6,-36.4,3.0,3.2,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.6,-36.0,4.4,4.6,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.2,-36.0,4.6,4.8,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.8,-35.4,19.8,20.0,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.4,-35.6,19.6,19.8,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.2,-35.8,19.4,19.6,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/
 &HOLE ID='Hole', XB=-36.0,-35.6,20.0,20.2,2.5,4.9, DEVC_ID='TIMER->OUT2'/

&VENT ID='Mesh Vent: Musikdel [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,6.0,19.0,-0.5,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Musikdel [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-21.0,6.0,19.0,-0.5,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Musikdel [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-14.0,19.0,19.0,-0.5,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Musikdel [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-14.0,6.0,6.0,-0.5,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Musikdel [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-21.0,-14.0,6.0,19.0,-0.5,-0.5, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,0.0,4.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-a [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,0.0,0.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-a [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,0.0,4.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-b-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,4.0,20.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-b-a [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-21.0,6.0,19.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-b-a [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,19.0,20.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-b-a [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,4.0,6.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-b-b [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,20.0,24.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-b-b [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,24.0,24.0,1.7,5.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong nedre-b-b [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,20.0,24.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong mitt-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,0.0,4.0,5.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong mitt-a [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,0.0,0.0,5.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong mitt-b-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,4.0,20.0,5.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong mitt-b-b [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,20.0,24.0,5.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong mitt-b-b [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,24.0,24.0,5.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,0.0,4.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-a [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,0.0,0.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-a [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,0.0,4.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-b-a [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,4.0,20.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-b-a [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,4.0,20.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-b-b [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-14.0,-14.0,20.0,24.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/
 &VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-b-b [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,24.0,24.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Salong ovre-b-b [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-14.0,20.0,24.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-39.0,0.0,20.0,1.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-36.0,20.0,20.0,1.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-32.6,0.0,0.0,1.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-32.6,0.0,20.0,8.7,8.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Foaje [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-39.0,-32.6,0.0,20.0,1.7,1.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mitt [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-29.0,0.0,20.0,-0.3,1.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mitt [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-32.6,-32.6,0.0,20.0,-0.3,1.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mitt [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-32.6,-32.6,0.0,20.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mitt [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-32.6,-29.0,0.0,0.0,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mitt [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-32.6,-29.0,0.0,20.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Mitt [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-32.6,-29.0,0.0,20.0,-0.3,-0.3, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Liten bredvid trapphus [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-36.0,-36.0,20.0,24.0,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Liten bredvid trapphus [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-36.0,-34.0,24.0,24.0,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Liten bredvid trapphus [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-36.0,-34.0,20.0,20.0,-0.3,1.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Liten bredvid trapphus [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-36.0,-34.0,20.0,20.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Liten bredvid trapphus [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-36.0,-34.0,20.0,24.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Liten bredvid trapphus [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-36.0,-34.0,20.0,24.0,-0.3,-0.3, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-29.0,20.0,24.0,-0.3,1.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [XMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-29.0,-29.0,24.0,28.0,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [XMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-34.0,24.0,28.0,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [YMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-29.0,28.0,28.0,-0.3,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-32.6,20.0,20.0,8.7,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [YMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-32.6,20.0,20.0,-0.3,1.7, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [ZMAX]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-29.0,20.0,28.0,12.5,12.5, COLOR='INVISIBLE'/

&VENT ID='Mesh Vent: Trapphus ost [ZMIN]', SURF_ID='OPEN', XB=-34.0,-29.0,20.0,28.0,-0.3,-0.3, COLOR='INVISIBLE'/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='OXYGEN', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=4.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=7.5/

&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON DIOXIDE', PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=4.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=7.5/
&SLCF QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBZ=5.1/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=11.4068/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=-28.0485/

&TAIL /