

Brandteknisk riskvärdering av

---

# Sky City Arlanda



Ove Hagelstedt  
Adam Lindström  
Emilia Norin  
Markus Wikman

Rapport 9414  
Lund 2012



**LUNDS**  
**UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola



Brandteknisk riskvärdering av  
**Sky City Arlanda**

Ove Hagelstedt  
Adam Lindström  
Emilia Norin  
Markus Wikman

Lund 2012

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.

**Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering**

Lunds Tekniska Högskola

Box 118

221 00 Lund

Telefon: 046-222 73 60

Hemsida: [www.brand.lth.se](http://www.brand.lth.se)E-postadress: [brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)**Department of Fire Safety Engineering and System Safety**

Lund University

P.O. Box 118

SE-221 00 Lund

Sweden

Telephone: +46 46-222 73 60

Homepage: [www.brand.lth.se](http://www.brand.lth.se)E-mail: [brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)**Titel/Title**

Brandteknisk riskvärdering av Sky City Arlanda. Fire safety evaluation of Arlanda Sky City.

**Rapport/Report (9414)**

© Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, 2012.

**Författare/Authors**

Ove Hagelstedt

Adam Lindström

Emilia Norin

Markus Wikman

**Nyckelord**

Brandscenarier, brandteknisk riskvärdering, Sky City, Arlanda, Simulex, Detact QS, FDS, CFD, personsäkerhet, utrymning, effektutveckling, kritiska förhållanden, riskvärdering, strålning.

**Keywords**

Fire scenarios, fire safety evaluation, Sky City, Arlanda, Simulex, Detact QS, FDS, CFD, life safety, evacuation, heat release rate, critical conditions, risk evaluation, radiation.

**Bilder/Pictures**

Alla bilder är författarnas privata om inte annat anges. All pictures are private pictures taken by the authors if no other reference is mentioned.

**Språk/Language**

Svenska/Swedish

## Förord

Ett stort tack riktas till vår handledare som under arbetets gång har visat stort tålamod, bidragit med ovärderlig kunskap och alltid ställt upp. Författarna vill också tacka följande personer för handledning, tips, idéer och stöd med sammanställningen av rapporten.

*Eva Ahlman*, Verksamhetsutvecklare, Swedavia.

*Polina Gordonova*, Brandskyddskonsult, Brandskyddslaget.

*Patrick van Hees*, Professor, Brandteknik och Riskhantering LTH.

*Robert Jönsson*, Universitetslektor, Brandteknik och Riskhantering LTH.

*Martin Nilsson*, Handledare och doktorand, Brandteknik och Riskhantering LTH.

*Michael Nilsson*, Airport Duty Officer, Swedavia.

*Göran Nord*, Fastighetsförvaltare Sky City, Swedavia.

*Lars-Åke Pettersson*, Teknisk samordnare, Swedavia.

*Bjarke Rosenberg*, Processledare, Brandkåren Attunda.

*Håkan Tillberg*, LFV Arlanda Energi koordinator, Swedavia.

*Jonathan Wahlqvist*, Doktorand, Brandteknik och Riskhantering LTH.

## Nomenklaturlista

|                 |  |
|-----------------|--|
| $a$             | bredd på rektangel i flamman [m]         |
| $A$             | area [ $m^2$ ]                           |
| $A_D$           | area öppning vid golv [ $m^2$ ]          |
| $A_e$           | area rökluckor [ $m^2$ ]                 |
| $A_T$           | ytarean [ $m^2$ ]                        |
| $A_o$           | arean på ventilationsöppningen [ $m^2$ ] |
| $A_w$           | area i kontakt med brandgaser [ $m^2$ ]  |
| $b$             | längd på rektangel i flamman [m]         |
| $c$             | avstånd från flamman [m]                 |
| $c_p$           | specifik värmekapacitet [J/kgK]          |
| $C$             | ljuskonstant [-]                         |
| $C_d$           | flödeskoefficient [-]                    |
| $D^*$           | karaktäristisk diameter [-]              |
| $D_L$           | optisk densitet per meter [ $m^{-1}$ ]   |
| $F_{d1-2}$      | synfaktor [-]                            |
| $g$             | tyngdaccelerationen [ $m/s^2$ ]          |
| $H$             | takhöjd [m]                              |
| $H_B$           | brandgaslagrets höjd [m]                 |
| $H_o$           | höjden på ventilationsöppningen [m]      |
| $h_k$           | värmeövergångstal [ $W/m^2K$ ]           |
| $kpc$           | materialkonstant [ $W^2s/m^4K^2$ ]       |
| $L$             | längd [m]                                |
| $L_L$           | längd fönsterflamma [m]                  |
| $M_{O_2}$       | molmassa syre [0,032 kg/mol]             |
| $\dot{m}_a$     | massinflödet luft [kg/s]                 |
| $\dot{m}$       | massflöde [kg/s]                         |
| $\dot{m}_e$     | massflöde ut genom rökluckor [kg/s]      |
| $\dot{m}_p$     | massflöde plym [kg/s]                    |
| $n$             | antalet mol syre [mol]                   |
| $n_{O_2}$       | antal mol syre [mol]                     |
| $P$             | tryck [Pa]                               |
| $\dot{Q}$       | effektutveckling [kW]                    |
| $\dot{Q}_{FO}$  | effektutveckling vid övertändning [kW]   |
| $\dot{Q}_{max}$ | maximal effektutveckling [MW]            |
| $\dot{Q}^*$     | dimensionslös effektutveckling [-]       |
| $\dot{q}''_r$   | effektutveckling per arean [ $kW/m^2$ ]  |
| $R$             | allmänna gaskonstanten [8,314 J/molK]    |
| $T$             | temperatur [K]                           |
| $T_\infty$      | omgivningens temperatur [K]              |
| $T_g$           | gasers temperatur [K]                    |
| $t$             | tiden [s]                                |
| $t_f$           | flamtjocklek [m]                         |
| $t_{topp}$      | tid till högsta effektutvecklingen [s]   |
| $V$             | bränslets volym [mL]                     |
| $V$             | volym [ $m^3$ ]                          |
| $V_s$           | volym syre [ $m^3$ ]                     |

|               |  |
|---------------|--|
| $x_v$         | volymandel syre [-]  |
| $x_m$         | massandel syre [-]   |
| $z$           | höjd till brandgaslager [m]  |
| $\alpha$      | tillväxthastighetskonstanten [kW/s <sup>2</sup> ]                                    |
| $\varepsilon$ | emissivitet [-]  |
| $\Delta P_l$  | tryckskillnad över öppning vid golv [Pa]   |
| $\rho_\infty$ | omgivningens densitet [kg/m <sup>3</sup> ]   |
| $\rho_g$      | densitet för gaser [kg/m <sup>3</sup> ]  |
| $\sigma$      | Stefan-Boltzmanns konstant [ $5,67 \cdot 10^{-8}$ J/sm <sup>2</sup> K <sup>4</sup> ] |
| $\delta x$    | celllängd [m]  |
| $\chi$        | förbränningseffektivitet [-]   |

## Abstract

This report is a Fire Safety Evaluation of Sky City's public areas at Arlanda Airport and aims to evaluate the safety of persons in the event of fire. The report is written by students in the fire safety engineering program at Lund University.

The analysis determines three possible fire scenarios in different parts of the building, which are considered to have the worst probable outcome in terms of life safety. The scenarios were analyzed using CFD simulations and hand-calculations to determine at which time conditions become critical for persons in terms of view through smoke, temperature and radiation. These times were compared to the calculated time of a complete egress, which was determined using Simulex. The comparisons lead to a positive time margin in all cases where the sprinkler system worked as intended. A positive time margin means that the egress was completed before critical conditions were reached. When analyzing the scenarios without a working sprinkler system the time margin was in some cases negative, meaning life safety in case of fire could not be assured. To strengthen the fire safety of Sky City and to ascertain life safety in case of fire, measures were suggested in the report. Some measures have to be made and some are strongly recommended.





## Sammanfattning

Denna rapport är en brandteknisk riskvärdering av restaurang- och shoppingdelen på Sky City Arlanda Airport och syftar till att utvärdera personsäkerheten i händelse av brand. Rapporten är utförd av studenter på brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola.

Analysen föregicks av ett platsbesök där utrymningsvägar, befintligt brandskydd och potentiella brandscenarier identifierades. Brandscenarierna grovanalyserades vilket ledde till tre intressanta scenarier som sedan analyserades med hjälp av handberäkningar och datorsimuleringar i framförallt FDS och Simulex. De tre dimensionerade brandscenarier som valdes ut och analyserades är; Brand i köket på New Orleans, Brand i Pocket Shop och Brand i personbil mitt på Plazan. Tiden till dess att kritiska förhållanden uppnås med avseende på personsäkerhet beräknades och jämfördes mot tiden för utrymning. Därefter känslighetsanalyserades ingående parametrar och utifrån dessa drogs slutsatser huruvida en säker utrymning kan säkerställas i händelse av brand. Rapportens slutsatser säger att en säker utrymning kan säkerställas förutsatt att sprinklersystemet fungerar. För att en säker utrymning även ska kunna säkerställas om sprinklersystemet skulle falla föreslås ett antal åtgärder. Dessa har kategoriserats som antingen något som *ska* eller *bör* utföras, där bör-förslagen lämpligtvis tas i beaktande vid renovering eller annan tillsyn. Givet att ska-förslagen åtgärdas kan en säker utrymning säkerställas inom de avgränsningar som gjorts.

- Utrymningsvägar *ska* vara fria från lös inredning.
- Dörrar mellan brandceller *ska* vara stängda.
- Brandgasluckorna på Plazan *ska* rutinmässigt kontrolleras och underhållas.
- Brandposter *ska* vara tydligt utmärkta inte täckas av butiksinredning eller liknande så att de lätt kan urskiljas.
- Sprinklersystemet och dess pumpstationer *ska* regelbundet underhållas.
- Ventilationssystemet *ska* utredas för att säkerställa att brandspridning inte kan ske via ventilationen.
- Huruvida seglen ovanför entresolen kan fatta eld alternativt falla ner över människor *ska* analyseras vidare.
- De utrymningsskyltar som idag används på Sky City *bör* bytas så att de lättare kan urskiljas och tydligt anger var utrymningsvägar finns. Utrymningsvägar som kan användas av personer med funktionshinder bör särskilt markeras.
- Brandgardinernas funktion *bör* kontrolleras i det systematiska brandskyddsarbetet.
- Samtliga utrymningsdörrar *bör* ha panikregel.
- Meddelandet som sänds ut i samband med utrymningslarmet *bör* ändras till ett informativt talat meddelande som exempelvis kan se ut enligt följande: ”Viktigt meddelande! En brand har utbrutit i byggnaden. Lämna omedelbart byggnaden via närmaste nödutgång. Följ personalens anvisningar.”
- Det sektionerade detektionssystem som används på Sky City idag *bör* bytas mot ett adresserbart system för att eliminera den eventuella tid som går åt för att lokalisera branden.
- Brandgasluckornas funktion *bör* säkerställas genom vidare analys.



## Innehållsförteckning

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Inledning .....   | 1  |
| 1.1 | Syfte .....   | 1  |
| 1.2 | Mål .....   | 1  |
| 1.3 | Avgränsningar .....                                       | 1  |
| 1.4 | Begränsningar .....                                       | 1  |
| 2   | Metod .....   | 3  |
| 2.1 | Platsbesök .....  | 3  |
| 2.2 | Avgränsningar .....                                       | 3  |
| 2.3 | Riskidentifiering .....                                   | 3  |
| 2.4 | Val av brandscenarier .....                               | 4  |
| 2.5 | Brand- & Utrymningsanalys .....                           | 4  |
| 2.6 | Känslighetsanalys .....                                   | 4  |
| 2.7 | Osäkerhetsanalys .....                                    | 4  |
| 2.8 | Riskvärdering .....                                       | 4  |
| 3   | Objektsbeskrivning .....                                  | 5  |
| 3.1 | Byggnadsteknisk- och verksamhetsklass .....               | 5  |
| 3.2 | Byggnadens utformning .....                               | 5  |
| 3.3 | Ventilation .....   | 11 |
| 4   | Befintligt brandskydd .....                               | 13 |
| 4.1 | Brandcellsindelning .....                                 | 13 |
| 4.2 | Dörrbeslag .....  | 13 |
| 4.3 | Detektion .....   | 13 |
| 4.4 | Släcksystem .....   | 13 |
| 4.5 | Utrymningsvägar .....                                     | 14 |
| 4.6 | Utrymningslarm .....                                      | 15 |
| 4.7 | Brandgasventilation och skydd mot brandgasspridning ..... | 15 |
| 4.8 | Rutiner och ansvarsfördelning .....                       | 16 |
| 4.9 | Systematiskt Brandskyddarbete (SBA) .....                 | 16 |
| 5   | Observerade brister .....                                 | 17 |
| 5.1 | Åtgärdsförslag .....                                      | 20 |
| 6   | Teori .....   | 21 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 6.1  | Utrymningsdimensionering.....                        | 21 |
| 6.2  | Kritiska förhållanden .....                          | 21 |
| 6.3  | Människors beteende .....                            | 22 |
| 6.4  | Utrymningsberäkningar .....                          | 23 |
| 7    | Riskidentifiering.....                               | 25 |
| 7.1  | Grovanalys .....                                     | 25 |
| 7.2  | Riskmatris .....                                     | 29 |
| 7.3  | Valda brandscenarier .....                           | 30 |
| 8    | Analys av brandscenario ett – New Orleans .....      | 35 |
| 8.1  | Effektutvecklingsberäkningar .....                   | 35 |
| 8.2  | Tid till kritiska förhållanden .....                 | 37 |
| 8.3  | Utrymning .....                                      | 40 |
| 8.4  | Tidsmarginal .....                                   | 42 |
| 8.5  | Känslighetsanalys .....                              | 43 |
| 9    | Analys av brandscenario två – Pocket Shop .....      | 51 |
| 9.1  | Effektutvecklingsberäkningar .....                   | 51 |
| 9.2  | Tid till kritiska förhållanden .....                 | 53 |
| 9.3  | Utrymning .....                                      | 54 |
| 9.4  | Tidsmarginal .....                                   | 56 |
| 9.5  | Känslighetsanalys .....                              | 57 |
| 10   | Analys brandscenario tre – Personbil på Plazan ..... | 65 |
| 10.1 | Effektutveckling.....                                | 65 |
| 10.2 | Tid till kritiska förhållanden .....                 | 67 |
| 10.3 | Utrymning .....                                      | 69 |
| 10.4 | Tidsmarginal .....                                   | 71 |
| 10.5 | Känslighetsanalys .....                              | 72 |
| 11   | Osäkerhetsanalys .....                               | 73 |
| 12   | Riskvärdering .....                                  | 75 |
| 12.1 | Åtgärdsförslag.....                                  | 76 |
| 13   | Slutsatser .....                                     | 77 |
|      | Litteraturförteckning.....                           | 79 |

|  |    |
|--|----|
| Bilaga A – Datormodeller .....                   | 3  |
| A.1 Detact QS .....                              | 3  |
| A.2 FDS5 .....                                   | 3  |
| A.3 Simulex .....                                | 8  |
| Bilaga B – Brandteori.....                       | 9  |
| B.1 Effektutveckling.....                        | 12 |
| B.2 Strålning.....                               | 12 |
| B.3 Kontroll av brandgaser.....                  | 19 |
| Bilaga C – Utrymningssimuleringar i Simulex..... | 23 |
| Bilaga D – Detact QS beräkningar .....           | 27 |
| Bilaga E – FDS simuleringar.....                 | 33 |
| E.1 Effektutveckling .....                       | 33 |
| E.2 Sikt.....                                    | 34 |
| E.3 Gridoberoende .....                          | 39 |
| E.4 Indata FDS.....                              | 46 |
| E.5 Verifiering strålningsmodell.....            | 73 |
| Bilaga F – Sprinklerintyg .....                  | 77 |
| Bilaga G – Airport Regulation .....              | 79 |



## 1 Inledning

Följande analys utgör en del av kursen VBR054 Brandteknisk riskvärdering, i vilken studenterna gruppvis blir tilldelade ett objekt att genomföra en brandteknisk riskvärdering på. Kursen ges för brandingenjörstudenter under tredje året på Lunds Tekniska Högskola. I denna rapport utvärderas personsäkerheten på restaurang- och shoppingdelen av Sky City i händelse av brand. Vid behov ges förslag till åtgärder för att förbättra densamma.

### 1.1 Syfte

Rapportens syfte är att identifiera brandscenarier och utrymningsvägar på berörda delar av Sky City. Utifrån dessa ska personsäkerheten vid händelse av brand utvärderas.

### 1.2 Mål

Målet med analysen är att genom analytiska beräkningar och bedömningar säkerställa en tillfredställande utrymningssituation vid händelse av brand på berörda delar av Sky City.

### 1.3 Avgränsningar

Analysen omfattar endast personsäkerhet ur utrymningssynpunkt i händelse av brand. Analysen avgränsar sig till restaurang- och shoppingdelen av Sky City på plan två, tre och fyra, vilka beskrivs mer ingående i objektsbeskrivningen. Avgränsningen görs för att analysen ska kunna genomföras grundligt vilket skulle vara svårt om hela byggnaden togs i beaktning, med tanke på tidsramen för projektet. Avgränsningen anses lämplig eftersom de avgränsade ytorna ligger i samma brandcell, vilket bedöms vara ett tillräckligt skydd för att brandspridning inte ska ske. Restaurang- och shoppingdelarna har dessutom tillfälligtvis hög persontäthet bestående av människor som inte känner till var utrymningsvägarna finns. Huruvida en brand inom avgränsningen eventuellt påverkar utrymmen utanför densamma diskuteras vidare i avsnitt 4.7 Brandgasventilation. I avsnitt 7.1 Grovanalys, analyseras hur en brand utanför avgränsningen kan påverka inom densamma. Kostnader för åtgärder kommer inte utredas, däremot beaktas förslagets rimlighet. Vid en utrymning av hela Sky City kommer människor som ursprungligen inte befinner sig inom avgränsningen till viss del passera genom densamma. Detta tas hänsyn till vid utrymningssimuleringarna.

### 1.4 Begränsningar

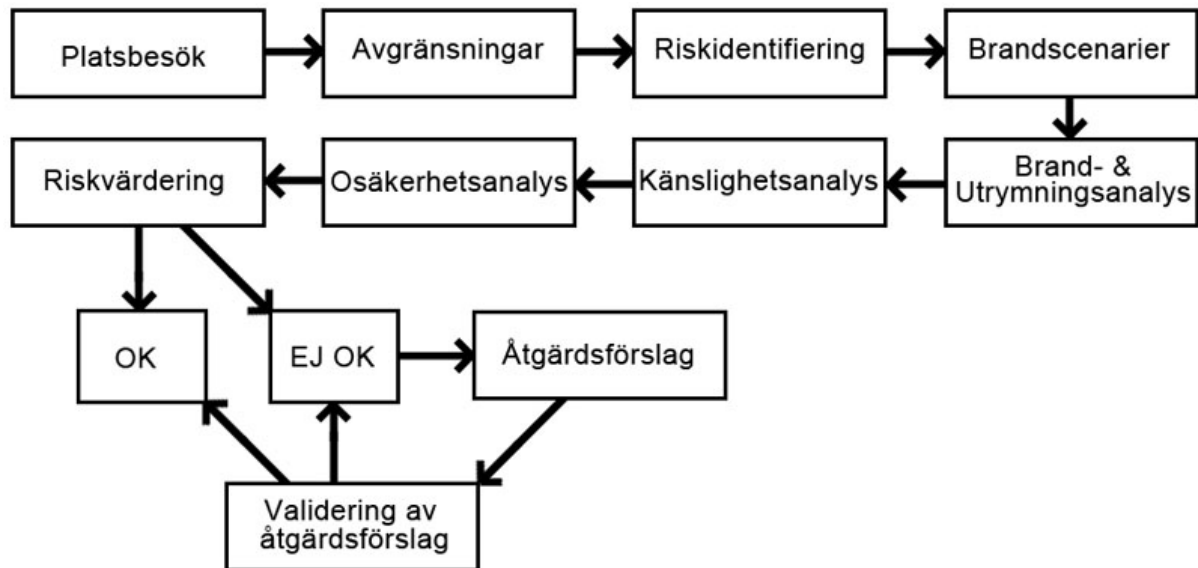
Eftersom ombyggnation ständigt sker i Sky City begränsas analysen till de ritningar och det underlag som erhållits vid analysens början. De ritningar som erhållits är enligt följande: A30-01-9010 – A30-01-9017 (2001-09-27), B30-01-9010 – B30-01-9017 (2010-12-01), K33-01-9010 – K33-01-9017 (2001-09-27) samt V57-01-9010 – V57-01-9017 (2002-11-07). Vidare är möjligheterna till att använda den exakta geometrin begränsade vid CFD- och utrymningssimuleringar. De förenklingar som gjorts samt hur de påverkar resultatet står utförligt beskrivet i bilaga A.2.3.





## 2 Metod

I detta avsnitt beskrivs rapportens tillvägagångssätt och arbetsmetodik. Figur 2.1 illustrerar en översiktlig metod.



Figur 2.1. Flödesschema arbetsmetodik.

### 2.1 Platsbesök

Projektet inleds med ett platsbesök för att undersöka objektets utformning, verksamhet och befintligt brandskydd.

### 2.2 Avgränsningar

Utifrån observationer under platsbesöket och studerande av ritningar identifieras vilka delar av Sky City som ska analyseras. Syftet är att identifiera de känsligaste delarna med avseende på personsäkerhet och där en brand kan få störst konsekvenser. Samtidigt måste tidsaspekten vägas in då denna begränsar hur stor del av Sky City som kan analyseras inom den givna tidsperioden. Utifrån dessa parametrar genomförs en kvalitativ bedömning av vilka delar som kan analyseras och ligger till grund för resterande delar av rapporten.

### 2.3 Riskidentifiering

Begreppet risk innebär en sammanvägd bedömning av sannolikhet och konsekvens för en oönskad händelse. Denna bedömning kan vara kvalitativ eller kvantitativ men även kombinationer av dessa ytterligheter förekommer. Huruvida risken presenteras kvalitativt eller kvantitativt beror till stor del på om statistiska underlag finns att tillgå samt subjektiva preferenser. I denna rapport presenteras risken kvalitativt.

Riskidentifieringen genomförs genom en grovanalys där potentiella brandscenarier diskuteras och bedöms ur ett sannolikhet- och konsekvensperspektiv. Sannolikhet och konsekvens rangordnas subjektivt i förhållande till varandra på en femgradig skala och presenteras i en riskmatris.

## 2.4 Val av brandscenarier

Utifrån grovanalysen väljs de brandscenarier som bedöms utmana byggnaden ur personsäkerhetssynpunkt i händelse av brand, samt anses representera andra scenarier. De valda scenarierna diskuteras och en semi-kvantitativ bedömning av brandens startutrymme och antändningskälla görs med hjälp av MSB:s statistikdatabas IDA. Utifrån statistiken dras slutsatser om hur en potentiell brand i respektive scenario kan se ut. Eftersom Sky City är en komplex och unik byggnad kompletteras statistiken med kvalitativa bedömningar.

## 2.5 Brand- & Utrymningsanalys

Respektive valt brandscenario föregås av en litteraturstudie över genomförda experiment i liknande fall. Utifrån denna erhålls representativa tillväxthastigheter och effektutvecklingskurvor för de valda brandscenarierna. En brands effektutveckling begränsas av tillgången på bränsle och syre och i de fall där brandbelastningen är okänd antas branden tillväxa tills den blir ventilationskontrollerad, vilket innebär att mängden syre beror på inneslutningens öppningar. En okänd brandbelastning innebär även att tiden till dess att avsvalningsfasen påbörjas inte kan förutses och den maximala effektutvecklingen antas därför vara konstant efter tillväxtfasen.

I de scenarier där sprinkler finns beräknas aktiveringstiden till dessa. Då sprinkler aktiveras antas tillväxtfasen avstanna för att sedan hålla en konstant effektutveckling. Det är ett konservativt antagande som görs eftersom modeller för beräkning av sprinklereffekt saknas. Brandscenarierna analyseras sedan med hjälp av CFD-simuleringar och handberäkningsmodeller, där tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt, strålning och temperatur bestäms. Tid för utrymning tas fram genom litteraturstudier, kvalitativa resonemang och datorprogrammet Simulex. Den mjukvara som används i rapporten presenteras utförligt i bilaga A.

## 2.6 Känslighetsanalys

I de fall där sprinkler finns i anslutning till branden analyseras hur tiden till kritiska förhållanden förändras om sprinklersystemet inte skulle fungera. Dessutom varieras ingående variabler i utrymningstiden för att kontrollera dess inverkan på resultatet.

## 2.7 Osäkerhetsanalys

En osäkerhetsanalys genomförs för att upptäcka osäkerheter vilka kan påverka resultatet. I brand- och utrymningsanalysen hanteras osäkerheter på Paté-Cornells nivå två, vilket innebär att ett värsta troliga scenario väljs (Paté-Cornell, 1996). I övriga delar hanteras kunskaps- och modellosäkerheter genom känslighetsanalyser samt val av konservativa värden, vilka föregås av ett kvalitativt resonemang.

## 2.8 Riskvärdering

För att avgöra om en säker utrymning kan säkerställas i händelse av brand görs en kvalitativ helhetsbedömning utifrån hur utrymningstiden står sig mot tiden till kritiska förhållanden, känslighetsanalysernas resultat samt analysens osäkerheter. Om en säker utrymning inte kan säkerställas ges förslag på åtgärder som valideras med hjälp av tillgängliga beräkningsmodeller.

### 3 Objektsbeskrivning

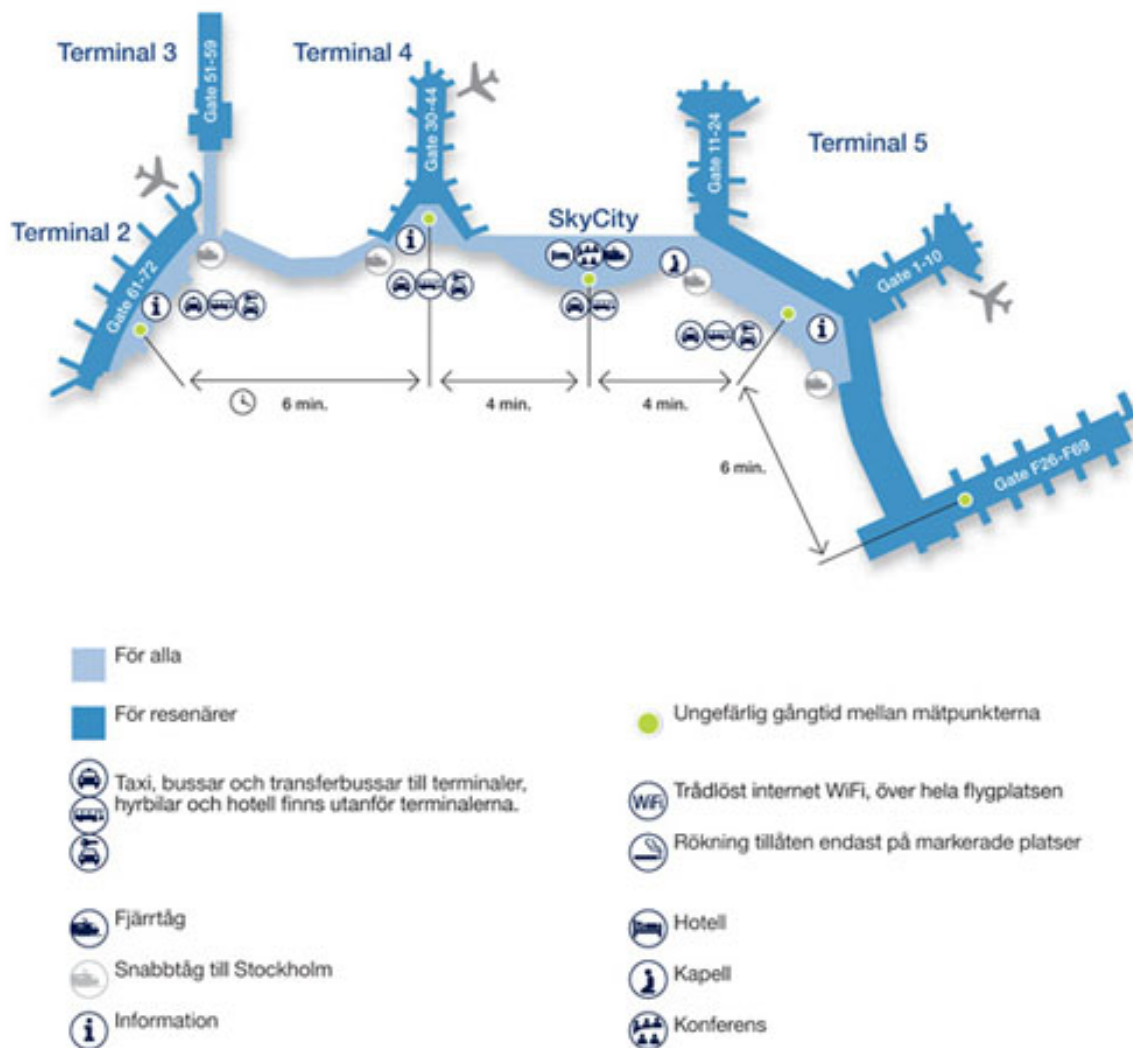
Sky City är en del av Arlanda Airport som ägs av Swedavia AB. Arlanda är Sveriges största flygplats tillika skyddsobjekt och flyger till 172 destinationer över hela världen. På Arlanda finns 250 olika företag med 16 000 anställda (Swedavia, 2011). Flygplatsen öppnade 1959 och renoverades 1993.

#### 3.1 Byggnadsteknisk- och verksamhetsklass

Den byggnadstekniska klassen bedöms vara Br0 i verksamhetsklass 2B eftersom lokalen är en större samlingslokal där ett mycket stort skyddsbehov föreligger (Boverket I, 2011).

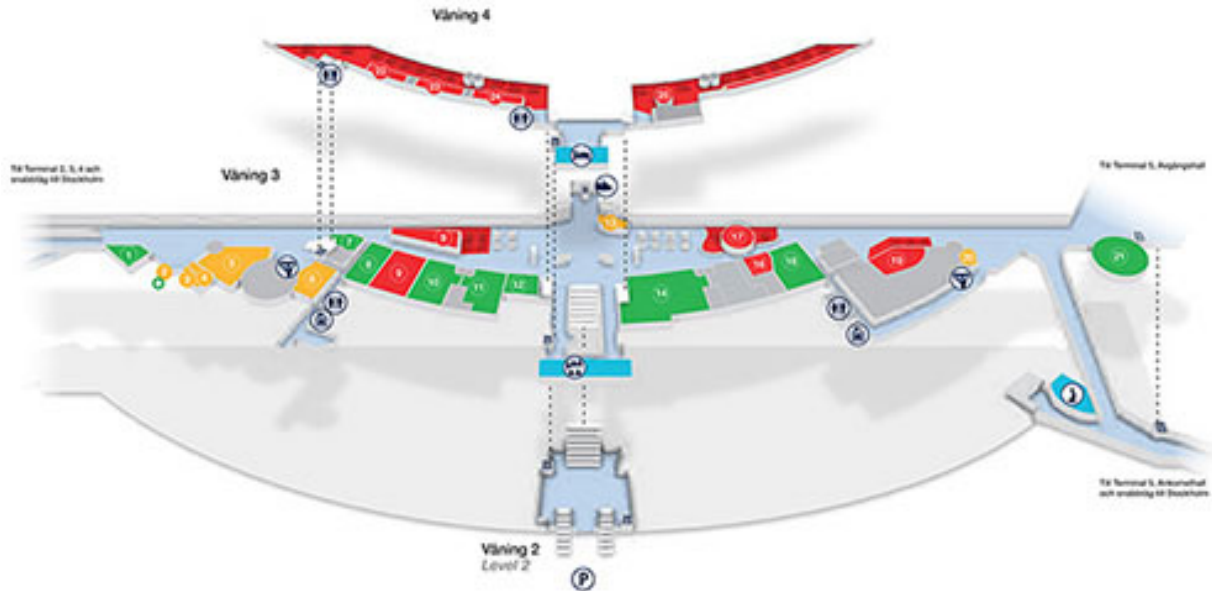
#### 3.2 Byggnadens utformning

De flesta butiker och restauranger på Arlanda ligger i Sky City, som är placerat mellan terminal fyra och terminal fem enligt figur 3.1. Den övre delen i figuren, där gatorna ligger kallas airside och den nedre sidan för landside. I rapporten kommer dessa benämningar fortsättningsvis att användas.

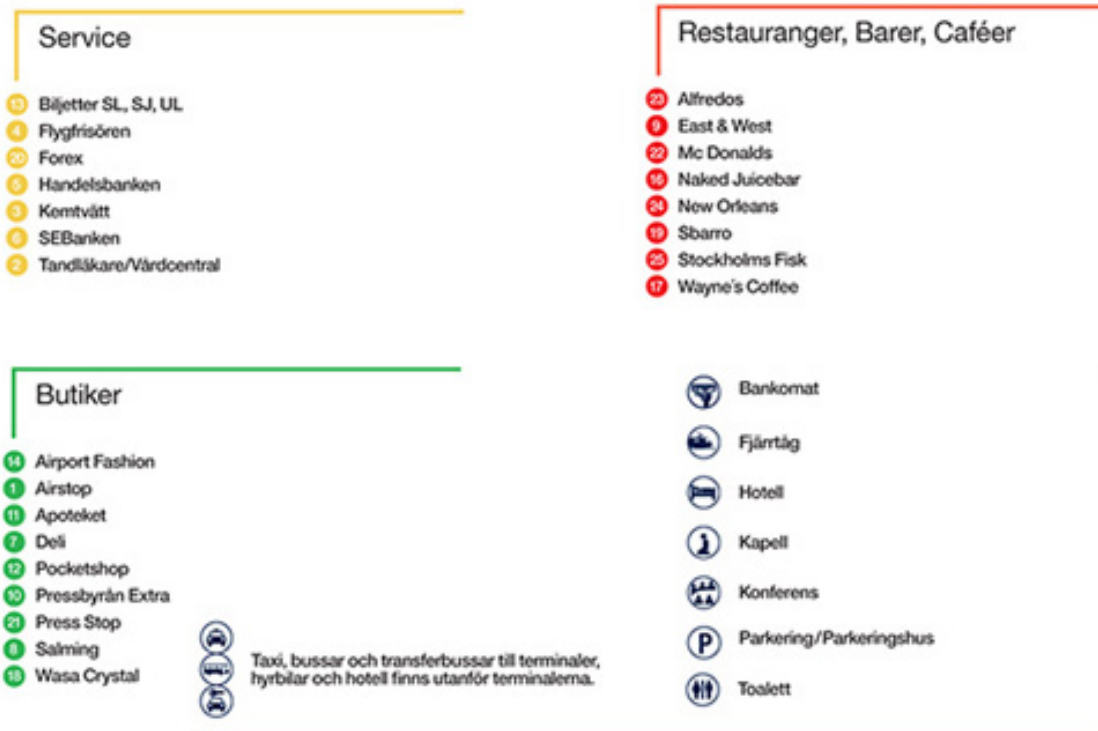


Figur 3.1 Översiktsskarta över Arlanda Flygplats (Swedavia, 2011).

Figur 3.2 och tillhörande teckenförklaring i figur 3.3 visar en översiktsskild av Sky City som mäter ungefär 240 meter i bredd. I Sky City ligger ett tjugotal butiker, restauranger och caféer. Byggnaden har sju plan där plan noll och ett är parkeringsgarage. Huvudentrén ligger på plan två och på plan tre ligger butiker, caféer och konferenslokaler. På plan fyra finns restauranger och hotell Radissons lobby medan plan fem och sex är hotell och kontorslokaler.



Figur 3.2. Publika ytor på Sky City (Swedavia, 2011).

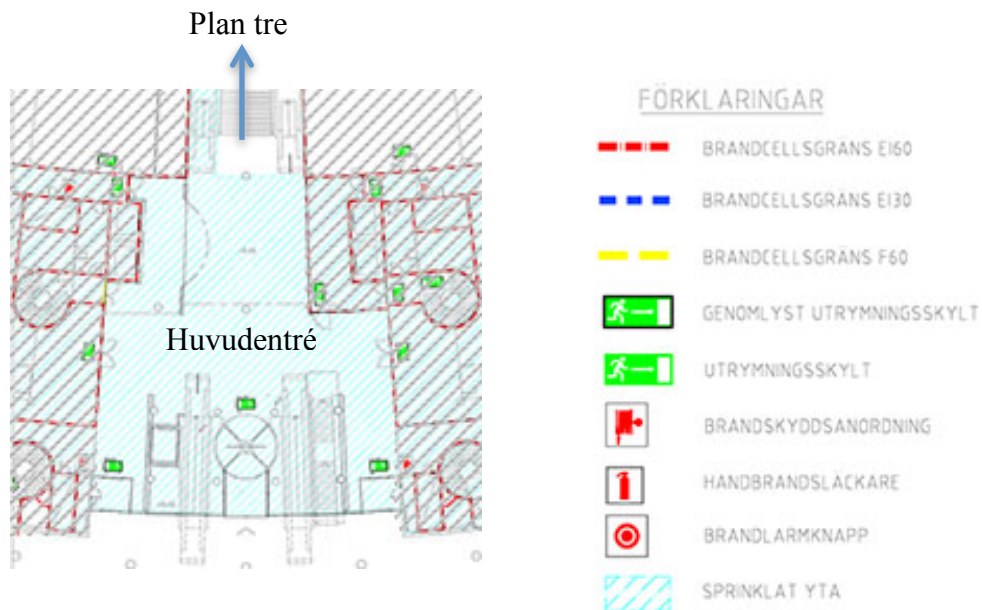


Figur 3.3. Teckenförklaring (Swedavia, 2011).

Rapportens avgränsning är till restaurang- och shoppingdelen, det vill säga de delar som kan ses i figur 3.2. Dessa är butiksplanet på plan tre, restaurangplanet på plan fyra och huvudentrén på plan två. Eftersom Sky City är öppet mot terminalerna och är en naturlig mötesplats för mat och shopping varierar personantalet kraftigt över dygnet. Störst persontäthet är under lunchtid då mätningar har visat att cirka 600 personer samtidigt kan befinna sig på Plazan, som den öppna ytan av Sky City kallas. Det kan dock enligt Göran Nord<sup>1</sup> vara så många som 900 personer.

### 3.2.1 Plan två

Plan två består inom avgränsningen endast av huvudentrén mot landside. Huvudentrén har tre eldrivna skjutdörrar som leder direkt ut i det fria. Dessa är försedda med strömförsörjningsbackup som aktiverar vid händelse av strömavbrott, vilket i enlighet med boverkets rekommendationer (Boverket I, 2011). I entrén finns även anslutningar till trapphus, mässhallar, parkeringsgaraget på plan ett samt trappor till Plazan på plan tre. Dessa illustreras i figur 3.4 – 3.6.



Figur 3.4. Brandritning över huvudentré plan två. De streckade partierna ligger utanför avgränsningen.

<sup>1</sup> Göran Nord, Swedavia Fastighetsförvaltning, personligt samtal 2012-02-03



Figur 3.5. Trappan mot huvudentrén sett från Plazan.



Figur 3.6. Huvudentrén mot landside.

Figur 3.4 visar den av brandcellsgränser avgränsade delen av plan två. Figur 3.5 visar trapporna ner mot huvudentrén sett från Plazan på plan tre medan figur 3.6 visar huvudentrén mot landside. Figur 3.7 och 3.8 visar respektive sida av huvudentrén, där brandförsvarstablån är belägen bakom skjutdörrarna i figur 3.7.



Figur 3.7. Huvudentrén och brandförsvarstablån.



Figur 3.8. Huvudentrén.

### 3.2.2 Plan tre

Plan tre består av konferenslokaler samt huvuddelen av objektets publika utrymmen, så som butiker, banker, caféer och Plazan. På Plazan finns även anslutningar till Arlanda C, terminal 4 och terminal 5. Figur 3.9 visar brandritningar över plan tre. Utrymningsvägar och brandcellsgränser markerade enligt teckenförklaringen i figur 3.4.

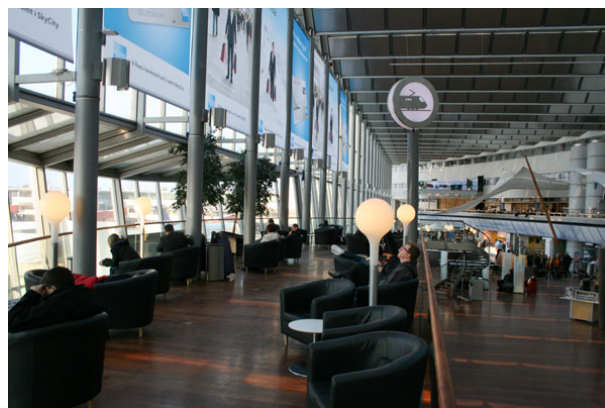


Figur 3.9. Brandritningar plan tre. De streckade partierna ligger utanför avgränsningen.

Figur 3.10 visar Plazans öppna yta, biljettcentret och entrén till Arlanda C. I bilden syns även uppehållsplatsen, som syns tydligare i figur 3.11. Denna utgör ett eget halvplan med två uppgångar. Figur 3.12 och 3.13 visar Plazan sett från ytterkanterna av plan fyra. Som synes smalnar ytan kraftigt av då den närmar sig terminalerna och är dessutom till stor del fylld av caféer med tillhörande möblemang.



Figur 3.10. Plazan, biljettcentret och uppehållsplanet.



Figur 3.11. Uppehållsplanet.



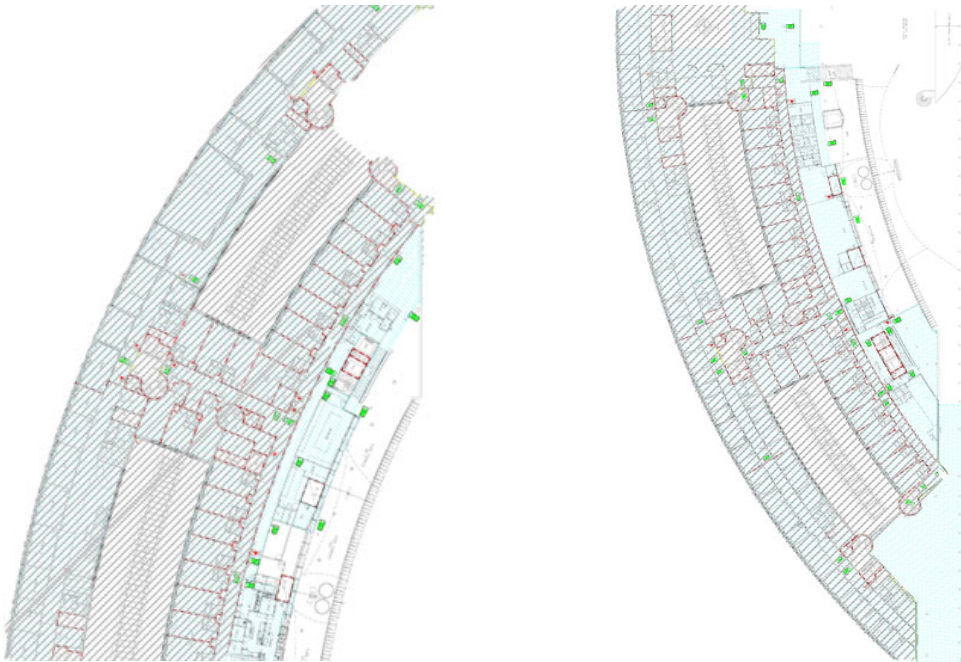
Figur 3.12. Plazan mot terminal fem, sett från plan fyra.



Figur 3.13. Plazan mot terminal fyra, sett från plan fyra.

### 3.2.3 Plan fyra

De publika ytorna på plan fyra består av en entresol, det vill säga ett öppet våningsplan, som vetter mot Plazan och nås via trappor och hiss från densamma. Entresolen rymmer restaurangerna Stockholm Fisk, McDonalds och Alfredos samt puben New Orleans. Ovanför entresolen sitter fyra stora segel uppspända i stålvastrar, vilka kan ses i figur 3.11 och 3.12. Övriga lokaler på plan fyra tillhör hotell Radisson och dess lobby är belägen direkt ovanför huvudentrén. Figur 3.14 visar brandritningar över plan fyra. Utrymningsskyltar och brandcellsgränser är markerade enligt teckenförklaringen i figur 3.4.



Figur 3.14. Brandritning plan fyra. De streckade partierna ligger utanför avgränsningen.

Figur 3.15 visar seglen ovanför Alfredos sett från McDonalds på entresolen och figur 3.16 visar passagen mellan dessa restauranger.





Figur 3.15. Segel ovanför Alfredos.



Figur 3.16. Passage mellan två restauranger.

### 3.3 Ventilation

På Sky City finns två ventilationscentraler placerade på taket respektive i källaren och tio till femton aggregat finns utplacerade i ventilationskanalerna för att styra luftflödet<sup>2</sup>. Butikerna på Plazan har ett till- och frånluftssystem som även understöder Plazan då den endast har ett cirkulationssystem<sup>3</sup>, vilket innebär att samma luft cirkulerar runt. Swedavia ansvarar för ventilationens uppbyggnad och kontroller.

<sup>2</sup> Eva Ahlman, Komfortenheten Arlanda Flygplats. Telefonsamtal 2012-03-21

<sup>3</sup> Håkan Tollbring, Arlanda Energi. Telefonsamtal 2012-03-23



## 4 Befintligt brandskydd

I detta kapitel beskrivs det befintliga brandskyddet som består av både aktiva och passiva system. Sky Citys publika utrymmen är dessutom kameraövervakade för ökad säkerhet. Ett driftstopp på Arlanda skulle få mycket stora konsekvenser och det är därför kritiskt att brandskyddet fungerar som det ska. Konsekvenserna av ett driftstopp innebär dock att utrymningsövningar inte kunnat genomföras, men det finns en förhoppning om att kunna göra detta inom kort<sup>4</sup>. Utöver ekonomiska konsekvenser skulle en oannonserad utrymningsövning göra att personer som genomgått säkerhetskontroll förmodligen kommer att blandas med de som inte har gjort det, vilket äventyrar säkerheten.

### 4.1 Brandcellsindelning

Plazan är en stor öppen yta, vilket innebär att samtliga butiker, restauranger och ytor anslutna till denna tillhör samma brandcell. Brandcellsgränsen går bakom butikerna enligt figur 3.9 och är i klass EI60. I anslutningarna till Plazan från terminal 4 respektive terminal 5 sitter skjutdörrar som stängs automatiskt vid brandlarmsaktivering. Då dessa är stängda sker utrymning genom en 1,2 meter bred dörr vid sidan av skjutdörren. Brandcellsgränsen mot terminalerna har klass EI30, vilket även gäller för hotellrummens fönster som vetter mot Plazan. Gränssnittet mot hotellobbyn på plan fyra består av eldrivna skjutdörrar klassade i EI30 och kontorslokalerna på plan två är egna brandceller.

### 4.2 Dörrbeslag

Dörrarna på Sky Citys restaurang- och shoppingdel är i regel låsta men kan öppnas med hjälp av vred, panikregel eller knappar med elektrisk öppning.

### 4.3 Detektion

Sky City har ett detektionssystem bestående av punktrökdetektorer förutom på Plazan, där linjerökdetektorer används på grund av takhöjden. Detektionssystemet kontrolleras årsvis av Siemens, utspritt på en kontroll av en fjärdedel av detektorerna per kvartal. Detektionssystemet är inte adresserbart utan det går endast att se i vilken sektion som larmet gått. Dessa sektioner är stora vilket kan leda till att det tar lång tid att hitta orsaken till en aktivering.

### 4.4 Släcksystem

Hela Sky City förutom Plazan är sprinklat med ett så kallat våtrörssystem, vilket innebär att ledningarna är ständigt trycksatta med vatten. Sprinklercentralen är placerad i ett eget rum på plan ett. Sprinklerören kan matas från två håll och vattentillförseln har tillräckligt högt tryck och flöde för att tryckstegringspumpar och tank inte ska behövas. Arlanda använder sig av det kommunala vattennätet men har egna pumpstationer och Räddningstjänsten kan vid en insats koppla in sig på samma vattentillförselledning som sprinklern använder. I taket på Plazan sitter som nämnts inga sprinkler, men ett visst skydd ges av de sprinkler som sitter ovanför butikerna enligt figur 4.1 och 4.2. Dessa är dock inte tillräckliga för att kunna fungera som brandcellsgränser utan behöver i så fall kompletteras med exempelvis en brandgardin (Boverket I, 2011). Det innebär att ett brandförlopp på den osprinklade ytan

<sup>4</sup> Göran Nord, Swedavia Fastighetsförvaltning, personligt samtal 2012-02-03

eventuellt kan aktivera närliggande sprinkler på den sprinklade ytan, vilket kan leda till onödiga vattenskadorna samt användning av vatten som eventuellt kan behöva användas av räddningstjänsten vid en släckinsats. Detta diskuteras vidare i kapitel 10.

Sprinklersystemets riskklass är enligt bilaga F N3, vilket är korrekt för en handelslokal enligt RUS 120:4 (Försäkringsförbundet, 1993) som bedöms varit aktuell då sprinklersystemet dimensionerades. Det innebär enligt SBF 120:5 (SBF, 2001) att avståndet mellan sprinkler ska vara tre meter och avståndet mellan grenrör fyra meter, vilket validerades genom stickprovsmätningar vid platsbesöket. Riskklassen innebär även att 18 stycken sprinkler, vilket motsvarar 216 m<sup>2</sup>, ska kunna hålla minst 5 mm/min i den sämsta verkningsytan (Jensen, 2009).



Figur 4.1. Sprinkler ovanför butiker, vinklade mot Plazan.



Figur 4.2. Inzoomad sprinkler ovanför butikerna.

#### 4.5 Utrymningsvägar

Restaurang- och shoppingdelen av Sky City har ett flertal utrymningsvägar. Det är dock bara tre av dessa som i huvudsak bedöms användas vid en utrymning. Anledningen till detta är att personer som utrymmer tenderar att använda sig av de utrymningsvägar de känner till eller som är tydligt utmärkta (Frantzich, 2001). De utrymningsvägar som används är huvudentrén samt utgångarna mot terminal 4 respektive terminal 5. Huvudentrén leder direkt ut i det fria och består av två på varandra följande skjutdörrar med en bredd på 2,4 meter. De två dörrarna på vardera sidan om huvudingången har en bredd på 1,2 meter vardera. Figur 4.3 visar utrymningsvägen mot terminal 4 då skjutdörren är öppen. Vid utrymningslarm stängs denna och utrymning sker genom den 1,2 meter breda dörren till vänster i bilden. Utrymningsvägen mot terminal 5 ser ut på motsvarande sätt.



Figur 4.3. Utrymningsväg mot terminal 4.



Figur 4.4. Utrymningsväg mot airside.

På Plazan finns även en utrymningsväg som leder till airside via en spiraltrappa, se figur 4.4. Spiraltrappan leder ner till en larmad dörr som leder ut till det fria via en sluss. Längst in i varje butik på Plazan finns en nödutgång som leder till en annan brandcell. Dessa dörrar är i normalfallet låsta men ska enligt Airport Regulation, som finns bifogad i bilaga G, lätt kunna öppnas och även vara försedda med panikregel, grön nödöppningsknapp eller vred. Utrymningsskyltarna som idag finns på Sky City är belysta, genomlysta eller efterlysande gröna skyltar med vita symboler. Inom avgränsningen används i huvudsak belysta samt genomlysta skyltar, vilket gör att de syns på ett längre avstånd än vad efterlysande gör (SFPE, 2002). Det finns även nödbelysning för att underlätta utrymning.

#### 4.6 Utrymningslarm

Sky City har ett automatiskt brandlarm kopplat till en intern ledningscentral (LC) där informationen tas emot för att sedan delegeras vidare. Brandlarmet går även internt till personalen för att de ska hinna förbereda sig inför en eventuell utrymning. För att den här typen av larmlagring ska kunna användas krävs att personalen har rätt utbildning (Frantzych, 2001). Då beslut om utrymningsorder tagits spelas ett meddelande upp i hela Sky City. Meddelandet är ett talat meddelande på både svenska och engelska och finns i sin helhet i Airport Regulation, bilaga G. I denna framgår även att en nödutrymning ska ske när akut fara för människoliv uppkommer och att det bedöms finnas mindre än tjugo minuter till förfogande.

#### 4.7 Brandgasventilation och skydd mot brandgasspridning

På Plazan finns enligt ritningarna fyra stycken rökluckor á 5 m<sup>2</sup> placerade i taket som öppnas manuellt. I ventilationskanalerna finns rökdetektorer som vid aktivering stannar ventilationsaggregaten för att förhindra brandgasspridning<sup>5</sup>. I dagsläget finns inga brandgasspjäll på Sky City<sup>6</sup> vilket även bekräftas av tillgängliga ritningar<sup>7</sup>. För att förhindra brandspridning krävs då att varje brandcell har ett eget aggregat. Enligt tillgängliga ritningar använder Sky City en tryckfallsmetod vilket enligt dagens rekommendationer inte är tillräckligt för att säkerhetsställa att brandgasspridning inte ska kunna ske<sup>6</sup>. Från ritningarna

<sup>5</sup> Göran Nord, Swedavia Fastighetsförvaltning, Personligt samtal 2012-02-03

<sup>6</sup> Håkan Tollbring, Arlanda Energi, Telefonsamtal 2012-03-23

<sup>7</sup> Polina Gordonova, Brandskyddslaget, Personligt samtal 2012-04-10

kan således utläsas att stor risk för brandgasspridning finns<sup>6</sup>. Underlag saknas dock för att en fullständig bedömning ska kunna utföras av huruvida brandgasspridning via ventilationssystemet är möjligt och detta bör därför utredas vidare.

#### **4.8 Rutiner och ansvarsfördelning**

Brandlarmet går i ett inledande skede till SOS samt via LC till säkerhetspersonal på flygplatsen. Vid larm samlas berörd personal vid brandförvarstablån, som är placerad vid huvudingången på plan två. Därefter undersöker normalt räddningstjänsten orsaken till att larmet utlösts. Utöver insatsledaren har även polisinsatschefen, flygplatsdirektören, Airport Duty Officer (ADO) samt chefen för Arlandas säkerhetsavdelning befogenhet att via LC beordra utrymning. Räddningstjänsten behöver således inte inväntas för att påbörja en utrymning vid exempelvis ett snabbt och kraftigt brandförlopp<sup>8</sup>. Vid en utrymningssituation är personalen instruerade att hänvisa till närmaste nödutgång. Fullständig rutinbeskrivning vid brandlarm och utrymningsorder kan läsas i Airport Regulation, bilaga G.

#### **4.9 Systematiskt Brandskyddarbete (SBA)**

Brandkåren Attunda gör regelbunden tillsyn på Sky Citys fastigheter, hotell och restauranger. De har dessutom en särskild styrka som är i operativ drift på vardagar 07:00 – 17:00 sedan januari 2012. Styrkan är placerad på station Öst på Arlanda och bemannas av tre brandmän vilka arbetsleds operativt av en styrkeledare på Märsta brandstation. Styrkan har under årets första månader orienterat sig på flygplatsen och genomgått olika utbildningar. Dessutom har Swedavia inom koncernen på Arlanda en egen flygplatsbrandkår som förebyggande följer upp SBA. De två styrkorna har övningar tillsammans en gång i veckan för att bli mer samspelade<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Michael Nilsson, Airport Duty Officer, E-post 2012-04-04

<sup>9</sup> Bjarke Rosenberg, Processledare Brandkåren Attunda, E-post 2012-04-04

## 5 Observerade brister

Vid platsbesöket observerades att de befintliga utrymningsskyltarna generellt var små och otydligt placerade. Se figur 5.1 och 5.2. Det är även viktigt att begränsa övrig information i närheten av utrymningsskyltar för att underlätta upptäckten av dessa<sup>10</sup>. För personer med funktionshinder som inte utan hjälp kan ta sig ner för en trappa är det i dagsläget inte tydligt hur dessa ska utrymma från entresolen. Inga skyltar markerar var en horisontell utrymning kan ske. Samtliga utrymningsskyltar ska bytas inom kort<sup>11</sup> och detta bör då beaktas.



Figur 5.1. Svårupptäckt utrymningsskylt (markerad).



Figur 5.2. Ytterligare exempel på svårupptäckt utrymningsskylt.

<sup>10</sup> Daniel Nilsson, Brandteknik och Riskhantering, Föreläsning 2012-02-21

<sup>11</sup> Göran Nord, Swedavia Fastighetsförvaltning, Personligt samtal 2012-02-03

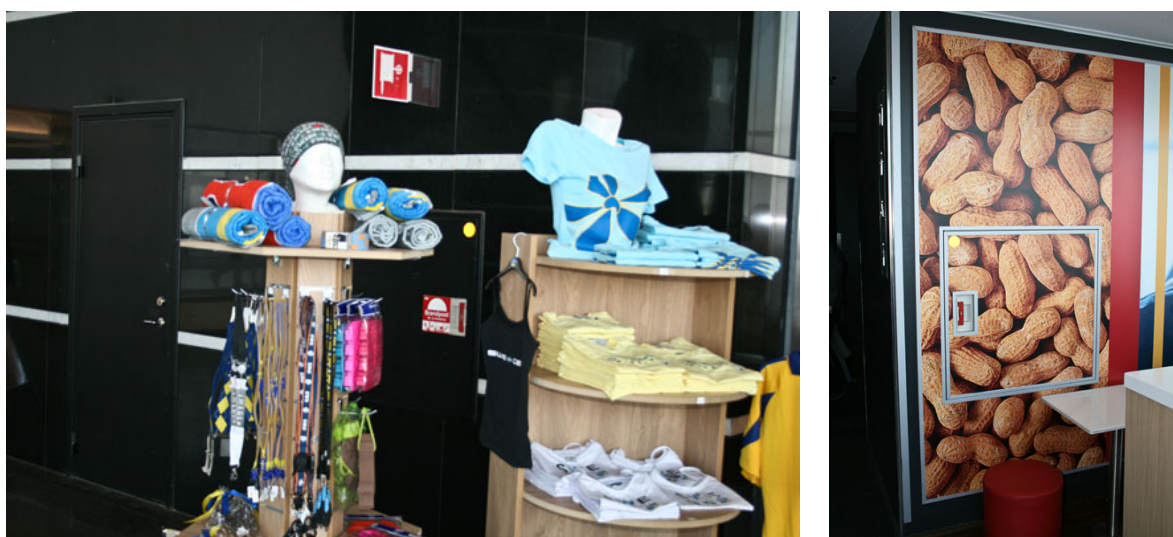
Det observerades även att skyltarnas placering ibland är något missvisande vilket vid en utrymning kan skapa förvirring, se figur 5.3 där utrymningsskylten pekar ner mot den avstängda trappan medan dörren är försedd med en skylt med texten ”Emergency Exit Only”.



Figur 5.3. Förvirrande utrymningsväg.

Många av utrymningsdörrarna är av förklarliga skäl låsta och larmade. Detta är dock något som kan ha en negativ påverkan på människors val av utrymningsväg<sup>12</sup>. Att på en dörr ha två olika skyltar där den ena visar att det är en utrymningsdörr och den andra skylten visar att den är larmad kan försvåra tolkningen av huruvida dörren ska användas eller inte. Ett sätt att förtydliga detta kan vara att göra utrymningsskylten större och informationen som säger att dörren är larmad mindre. Ett annat sätt att göra en dörr mer attraktiv är genom att använda blyxtljus. Detta gör att människor använder en utrymningsväg de normalt inte skulle ha lagt märke till och på så sätt kan utrymningstiden förkortas (Frantzich, 2001).

Ytterligare observerade brister var täckta eller övertapetserade brandposter, se figur 5.4. Ett brandförlopp kan gå mycket fort och vikten av att snabbt lokalisera och komma åt släckutrustning kan vara stor.



Figur 5.4. Svårupptäcka brandposter.

<sup>12</sup> Daniel Nilsson, Brandteknik och Riskhantering, Föreläsning 2012-02-21



Utrymningsvägarna bakom butikerna på Plazan används som tillfällig förvaring, se figur 5.5. Det begränsar dels dess bredd och medför även en brandfara. Brännbart material får inte finnas i en utrymningsväg eftersom den ska vara lika säker som det fria (Boverket I, 2011). På ett flertal ställen observerades även ostängda dörrar mellan brandceller, något som kan orsaka brand och brandgasspridning mellan brandcellsgränser, se figur 5.6.



Figur 5.5. Utrymningsväg bakom butikerna.



Figur 5.6. Öppna dörrar mellan brandceller.

Det finns i dagsläget ingen ansvarig för tillsyn och öppning av brandgasluckorna i händelse av brand på Plazan. Om dessa inte öppnas kan kritiska förhållanden uppnås snabbare än nödvändigt. Om underhåll av luckorna inte sker kan detta leda till att de inte kan användas när de behövs.

Skjuddörrarna mot terminal 4 respektive terminal 5 stängs automatiskt vid detektoraktivering. Eftersom det är skjuddörrar och inte brandgardiner finns det risk för att de inte stänger helt eller håller tätt vilket kan leda till brandgasspridning. Huruvida dessa kontrolleras med avseende på funktion och täthet är inte känt.

Enligt tillgängliga ritningar föreligger stor risk att brand sprids via ventilationssystemet<sup>13</sup>. Detta gäller både inom och mellan brandceller.

Vid platsbesöket observerades att utrymningsdörrarna på Sky City hade vred och knapp med elektrisk öppning. Dessa tar längre tid att öppna än exempelvis en panikregel. Verksamhetsklassen på Sky City är 2B vilket innebär att vred och knapp med elektrisk öppning inte är att rekommendera (Boverket I, 2011).

Det meddelande som ges i samband med utrymningslarmet är ett talat meddelande vilket enligt boverkets rekommendationer ger en generell förberedelsetid på två minuter. Ett informativt talat meddelande ger en generell förberedelsetid på en minut (Boverket III, 2011). För att ett meddelande ska anses vara informativt bör ordet brand ingå<sup>14</sup>. Begreppet förberedelsetid förklaras i avsnitt 6.3.2.

De segel som sitter uppspända ovanför entresolen kan påverka ett brandförlopp genom att ansamla brandgaser, eventuellt brännas av och falla ner över människor eller själva fatta eld. Information om huruvida dessa är flamskyddsbehandlade eller på annat sätt säkrade mot ovanstående har sökts utan framgång.

## 5.1 Åtgärdsförslag

Nedan presenteras kortfattade åtgärdsförslag baserat på de brister som diskuterats ovan. Förslagen är kategoriserade i åtgärder som *ska* eller *bör* utföras, där *börförslagen* lämpligtvis tas i beaktande vid renovering eller utbyggnad.

- Utrymningsvägar *ska* vara fria från lös inredning.
- Dörrar mellan brandceller *ska* vara stängda.
- Brandgasluckorna på Plazan *ska* rutinmässigt kontrolleras och underhållas.
- Brandposter *ska* vara tydligt utmärkta inte täckas av butiksinredning eller liknande så att de lätt kan urskiljas.
- Sprinklersystemet och dess pumpstationer *ska* regelbundet underhållas.
- Ventilationssystemet *ska* utredas för att säkerställa att brandspridning inte kan ske via ventilationen.
- Huruvida seglen ovanför entresolen kan fatta eld alternativt falla ner över människor *ska* analyseras vidare.
- De utrymningsskyltar som idag används på Sky City *bör* bytas så att de lättare kan urskiljas och tydligt anger var utrymningsvägar finns. Utrymningsvägar som kan användas av personer med funktionshinder *bör* särskilt markeras.
- Brandgardinernas funktion *bör* kontrolleras i det systematiska brandskyddsarbetet.
- Samtliga utrymningsdörrar *bör* ha panikregel.
- Meddelandet som sänds ut i samband med utrymningslarmet *bör* ändras till ett informativt talat meddelande som exempelvis kan se ut enligt följande: ”Viktigt meddelande! En brand har utbrutit i byggnaden. Lämna omedelbart byggnaden via närmaste nödutgång. Följ personalens anvisningar.”

<sup>13</sup> Polina Gordonova, Brandskyddslaget, Personligt samtal 2012-04-10

<sup>14</sup> Håkan Frantzich, Brandteknik & Riskhantering, Personligt samtal 2012-05-02

## 6 Teori

I detta avsnitt behandlas de begrepp och den bakomliggande teorin för de beräknings- och simuleringsmodeller som används i rapporten.

### 6.1 Utrymningsdimensionering

En utrymningsdimensionering utförs med avsikt att säkerhetsställa att personer kan utrymma en byggnad på säkert sätt utan att utsättas för kritiska förhållanden i händelse av brand. Med utrymning menas att samtliga personer ska förflyttas till en säker plats, vilket är en utrymningsväg, en annan brandcell eller ut till det fria. En byggnads brandskydd kan i en brandteknisk projektering göras med både förenklad och analytisk dimensionering. Vid förenklad dimensionering följs de allmänna råden i Boverkets byggregler (BBR) medan en analytisk dimensionering ska göras vid avsteg från den förenklade. Enligt Boverkets rekommendationer bör en analytisk dimensionering även innehålla en känslighetsanalys för att se vilka parametrar som har störst inverkan på resultatet, någon som vid uppföljning leder till en minskad osäkerhet. För Br0-byggnader, vilket Sky City klassas som, krävs analytisk dimensionering (Boverket I, 2011). Denna rapport kontrollerar dock inte om byggnaden uppfyller krav enligt BBR utan undersöker med hjälp av analytiska metoder huruvida personsäkerheten vid händelse av brand är tillfredställande eller inte. En utrymning anses tillfredställande om den totala utrymningstiden understiger tiden till kritiska förhållanden, vilket analyseras för respektive brandscenario i kapitel 8 till 10.

### 6.2 Kritiska förhållanden

Vad som benämns som kritiska förhållanden baseras på Boverkets rekommendationer från 2011. För att uppfylla kraven om utrymning till en säker plats krävs god sikt samt att personer vid utrymningen inte utsätts för till exempel hög temperatur eller värmestrålning (Boverket IV, 2011; Boverket V, 2008). Kritiska förhållanden uppstår om kriterium 1 och 2 eller någon av 3 till 5 inträffar. I denna rapport finns ingen möjlighet att utreda toxiciteten och i de fall där sikten understiger 10 meter på två meters höjd bedöms även brandgaslagrets nivå vara kritisk. Det innebär för denna rapport att kritiska förhållanden bedöms uppstå i de fall där 2, 3 eller 4 inträffar. Dessa beräknas med hjälp av FDS samt handberäkningar i respektive scenario i kapitel 8 till 10.

- 1. Brandgaslagrets nivå** Brandgaslagrets kritiska höjd över golvet bestäms enligt  $H_B = 1,6 + 0,1 * H$ , där H är rummets takhöjd.
- 2. Sikt, 2 m ovan golv** Gränsvärdet för siktsträckan i utrymningsvägen bör vara 10 meter i en byggnad större än 100 m<sup>2</sup> eller 5 meter där personer står i kö.
- 3. Temperatur** Personer som utrymmer får inte utsättas för en temperatur över 80°C.
- 4. Värmestrålning** Personer som utrymmer får maximalt utsättas för en infallande strålningsintensitet på 2,5 kW/m<sup>2</sup> eller en kortvarig strålningsintensitet på max. 10kW/m<sup>2</sup>, samt en maximal

strålningsenergi på  $60 \text{ kJ/m}^2$  utöver energin från en strålning på  $1 \text{ kW/m}^2$ .

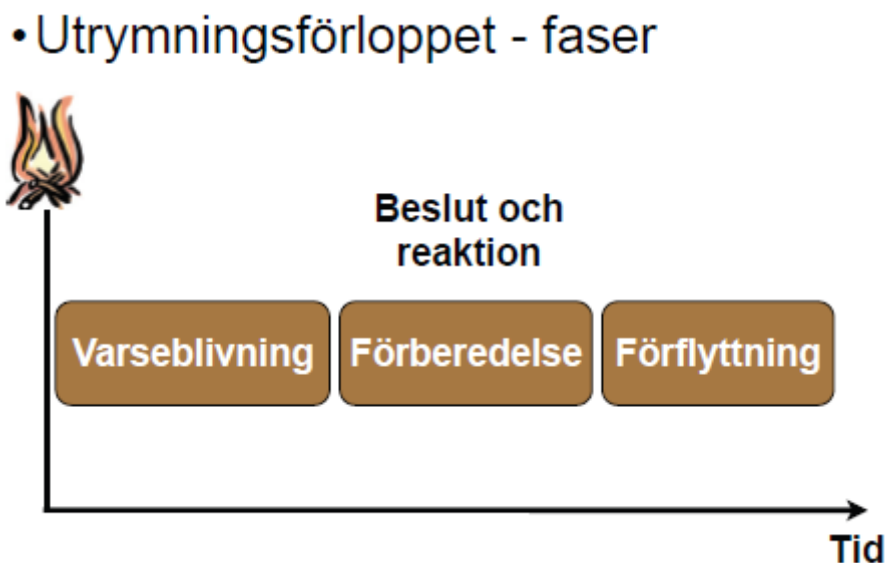
- 5. Toxicitet, 2 m ovan golv**
- Kolmonoxidkoncentration (CO) < 2000 ppm
  - Koldioxidkoncentration (CO<sub>2</sub>) < 5 %
  - Syrgaskoncentration (O<sub>2</sub>) > 15 %

### 6.3 Människors beteende

Flera faktorer avgör tiden det tar för en människa att utrymma. Utrymningstiden kan generellt delas upp i olika personberoende faktorer enligt nedan (Frantzich, 2001).

- **Antal personer och fördelning i byggnaden**, påverkar hur många som använder varje utrymningsväg.
- **Rörelseförmåga**, påverkar gånghastighet och utrymningsvägarnas tillgänglighet.
- **Sociala anknytningar**, utrymning sker normalt i grupp där utrymningen i vissa fall sker snabbare på grund av detta.
- **Vakenhet**, påverkar hur snabbt en person uppmärksammar en brand eller ett larm.
- **Brandgaspåverkan**, brandgaser försvårar beslutsfattning och förflyttning.
- **Roll och ansvar**, formella ledare kan underlätta en utrymning.
- **Motivation**, om en person har investerat tid eller pengar är motivationen låg till att utrymma.
- **Riktad uppmärksamhet**, om uppmärksamheten är riktad åt något håll som till exempel vid ett teaterbesök påverkar det hur uppmärksamma personer är på det som händer runt omkring dem.
- **Kännedom om byggnaden**, påverkar hur snabbt man kan hitta en utrymningsväg.

Generellt brukar en uppdelning på tre händelseförlopp göras; varseblivning, förberedelse och förflyttning (Frantzich, 2001). Dessa benämns tillsammans som utrymningstiden, se figur 6.1.



Figur 6.1. Total utrymningstid (Nilsson, 2012).

### 6.3.1 Varseblivningstid

Varseblivningstiden är tiden det tar från att en brand startat till dess att en person uppmärksammat att något har hänt. Detta kan vara genom att till exempel se branden eller att höra utrymningslarmet (Boverket III, 2011). I stora lokaler där personer uppfattar branden efter olika tid beroende på var de befinner sig kan varseblivningstiden konservativt sättas till tiden till detektoraktivering plus larmlagringstiden (Frantzich, 2001).

### 6.3.2 Förberedelsetiden

Förberedelsetiden är den tid det tar för en person att från att uppfatta att något hänt till att fatta beslutet att utrymma, inklusive eventuella förberedelser för detta. Denna tid brukar även kallas besluts- och reaktionstiden, se figur 6.1. Något som påverkar denna del av utrymningen är vilken typ av larm som används och vad personen gör vid den aktuella tidpunkten.

Forskning har visat att ett informativt talat meddelande leder till kortast förberedelsetid eftersom personerna kan påbörja utrymningen snabbare än om de först måste ta reda på vad som hänt (Frantzich, 2001).

### 6.3.3 Förflyttningstiden

Med förflyttningstiden avses den tid det tar för människor att ta sig till ett säkert område.

Förflyttningstiden är individuell och beror på många olika faktorer som till exempel gånghastighet, gångavstånd, antal utrymningsvägar och antal människor i lokalen. Avståndet beror på människors val av utrymningsväg som i sin tur beror på hur bekant en person är med byggnaden, utrymningsvägens tillgänglighet och graden av förhindrande faktorer i vägen till utrymningsvägen. För att säkerhetsställa en tillfredställande utrymningsdimensionering är det viktigt att anta ett konservativt värde för populationen i lokalen, annars kan en överdrivet optimistisk förutsägelse om lokalens utrymningsmöjligheter göras (SFPE, 2003). I rapporten beräknas förflyttningstiden med datorprogrammet Simulex som beskrivs i bilaga A.

## 6.4 Utrymningsberäkningar

För att beräkna om en säker utrymning kan uppfyllas beräknas en tidsmarginal. Denna fås när alla delar i en utrymning tagits i beaktning och jämförts med tiden till kritiska förhållanden. Tidsmarginalen för utrymning kan beräknas enligt formeln nedan där en positiv tidsmarginal innebär en säker utrymning (Frantzich, 2001).

$$Tidsmarginal = t_{kritiska\ förhållanden} - t_{varseblivning} - t_{förberedelse} - t_{förflyttning}$$



## 7 Riskidentifiering

I riskvärderingen identifieras de risker som inom den gjorda avgränsningen eller i gränssnitt till denna kan påverka en säker utrymning. Syftet är att välja ut scenarier som ur olika aspekter testar utrymningsvägarna vid ett värsta troliga scenario. Trots att brister påvisats i ventilationsbrandskyddet och ostängda dörrar i brandcellsgränser förutsätts i detta avsnitt att det befintliga brandskyddet fungerar som det ska. Dessutom förutsätts att seglen ovanför entresolen inte fattar eld alternativt faller ner på människor i händelse av brand. Detta görs eftersom bristerna inte fullständigt utretts alternativt enkelt bedöms kunna åtgärdas.

### 7.1 Grovanalys

Antalet möjliga brandscenarier på Sky City är oändligt många och därför görs inledningsvis en grovanalys där de brandscenarier som anses troliga och relevanta jämförs i relation till varandra i termer av konsekvens och sannolikhet. Med konsekvens avses hur omfattande branden väntas bli, samt på vilket sätt personer inom avgränsningen förväntas påverkas. Med sannolikhet avses hur stor sannolikheten bedöms vara för att scenariot kommer att inträffa. Jämförelsen görs på en femgradig skala från mycket låg till mycket hög. Graderingen är grundad på subjektiva bedömningar och de värden som tillsätts är således inte absoluta, utan endast ett sätt att rangordna scenarierna i relation till varandra.

#### 7.1.1 Brandscenarier på plan två

Nedan diskuteras de potentiella brandscenarier som kan uppstå på plan två.

##### Huvudentrén

En brand i huvudentrén skulle blockera den största utrymningsvägen samt eventuellt ge upphov till både rök- och brandspridning till Plazan och andra närliggande utrymmen. Brandbelastningen i entrén är dock liten och sannolikheten för detta scenario bedöms som mycket låg medan konsekvensen bedöms som medel.

*Sannolikhet: Mycket låg*

*Konsekvens: Medel*

##### Rulltrappan till Plazan

En brand kan uppstå i rulltrappans motor, vilket likt scenariot ovan skulle kunna blockera den största utrymningsvägen samt eventuellt ge upphov till rök- och brandspridning till Plazan. En brand till följd av ett elfel bedöms ha en medelhög sannolikhet men utöver motorn finns inget brännbart material och konsekvensen bedöms därför som låg.

*Sannolikhet: Medel*

*Konsekvens: Låg*

##### Mässhallen

Mässhallen ligger utanför avgränsningen och således i en annan brandcell. Trots en relativt hög brandbelastning vid utställningar bedöms detta scenario inte påverka området inom rapportens avgränsning till större grad än att huvudentrén eventuellt blockeras och konsekvensen bedöms därför vara låg. Sannolikheten bedöms vara medel eftersom mässhallen tillfälligt kan ha stor persontäthet och tillfälliga elektriska lösningar.

*Sannolikhet: Medel*

*Konsekvens: Låg*

### 7.1.2 Brandscenarier på plan tre

I detta avsnitt diskuteras de potentiella brandscenarier som kan uppstå på plan tre.

#### **Pocket Shop**

Pocket Shop är en bokhandel belägen närmast rulltrappan till huvudentrén. Butiken har en hög brandbelastning och en brand skulle snabbt kunna blockera huvudentrén, som är den största utrymningsvägen från Plazan. Dessutom ligger Pocket Shop direkt under restaurangerna på plan fyra och en brand skulle sannolikt sprida brandgaser till dessa via de stora segel som sitter uppspända ovanför dem. Konsekvensen bedöms därför som mycket hög medan sannolikheten bedöms som liten då antändning kräver ett elfel i lysrörsarmatur eller liknande.

*Sannolikhet: Låg*

*Konsekvens: Mycket hög*

#### **Airport Fashion**

Airport Fashion är en klädbutik belägen på andra sidan trappan om huvudentrén från Pocket Shop sett. Ett brandscenario här har därför samma risker gällande blockering av den största utrymningsvägen samt brandgasspridning till plan fyra. Sannolikheten och konsekvensen bedöms därför som likvärdigt med scenariot i Pocket Shop.

*Sannolikhet: Låg*

*Konsekvens: Mycket hög*

#### **Biljettcenter**

Mitt emot trapporna till huvudentrén ligger ett biljettcenter med anslutning till Arlanda C. En brand i detta skulle inledningsvis vara dold för de som uppehåller sig på uppehållsplatsen ovanför och spridning av giftiga brandgaser till detta skulle kunna medföra allvarliga konsekvenser. Mängden brännbart material är dock inte särskilt stor och konsekvensen bedöms därför som medel. Sannolikheten bedöms som låg eftersom antändning kräver ett elfel i en dator eller liknande.

*Sannolikhet: Låg*

*Konsekvens: Medel*

#### **Personbil**

På Plazan sker ibland reklamutställningar där banderoller, montrar och personbilar kan ställs upp. En brand i en personbil skulle ge en mycket hög effektutveckling samt eventuellt blockera utrymningsvägarna genom huvudentrén samt den ut till airside. Branden kan även vara svårupptäckt för de som uppehåller sig på uppehållsplatsen samt eventuellt blockera trapporna ner från denna. Sannolikheten för att en brand uppstår i en personbil bedöms som låg och konsekvensen som mycket hög.

*Sannolikhet: Låg*

*Konsekvens: Mycket Hög*

#### **East West/Sbarro**

East West är en restaurang med kök beläget mellan butikerna på plan tre och med servering samt försäljning mitt på Plazan. Eftersom det finns andra caféer mitt på Plazan behandlas här endast den del av restaurangen som ligger mellan butikerna på plan tre. Branden bedöms som likvärdig med en brand i restaurang Sbarro, som ligger på ungefär motsvarande plats på andra



sidan av Plazan. Sannolikheten för att en brand ska uppstå i ett restaurangkök bedöms som mycket hög. Konsekvenserna utöver faran för de som befinner sig i köket är eventuell brandgasspridning till restaurangerna på plan fyra. De utrymningsvägar som riskerar att blockeras är de mot terminal 4 samt de till hotellet vid McDonalds. Konsekvensen bedöms vara medelhög då huvudentrén inte riskerar att blockeras.

*Sannolikhet: Mycket Hög*

*Konsekvens: Medel*

### **Pressbyrån/Naked Juice bar**

Dessa butiker ligger på respektive sida av huvudentrén ungefär mitt emellan huvudentrén och utgången mot terminalen. En brand i någon av dessa löper därför ingen risk att blockera huvudentrén. Dock skulle en brand kunna sprida brandgaser till plan fyra via seglen och konsekvensen bedöms därför som medel. Butikerna har utöver ett elektroniskt kassasystem även maskiner för tillredning av juice- och kaffedrycker vilket bedöms öka sannolikheten för att en brand ska uppstå jämfört med i en klädbutik.

*Sannolikhet: Hög*

*Konsekvens: Medel*

### **Caféer på Plazan**

På varsin sida om huvudentrén ligger Waynes Coffee samt East Wests servering med tillhörande sittplatser mitt på Plazan. Sannolikheten för en brand i någon av dessa bedöms som likvärdig med Pressbyrån och Naked Juice bar. På grund av läget bedöms dock branden kunna upptäckas relativt snabbt och inte ge samma brandgasspridning till plan fyra som butikerna belägna direkt under restaurangerna.

*Sannolikhet: Hög*

*Konsekvens: Låg*

### **Övriga butiker och företag på plan tre**

På plan tre finns ett flertal andra butiker och serviceföretag. En brand i någon av dessa bedöms vara likvärdig i termer av sannolikhet och konsekvens. De har jämförelsevis inte särskilt hög brandbelastning och saknar utrustning som skulle kunna öka sannolikheten för brand. Utöver faran för personer i direkt anslutning kan de blockera någon av de mindre utrymningsvägarna samt eventuellt sprida brandgaser till närliggande butiker.

*Sannolikhet: Låg*

*Konsekvens: Låg*

### **Soptunna, toaletter, förvaringsboxar och soffor på Plazan**

En brand i någon av dessa skulle kunna blockera en mindre utrymningsväg och orsaka brandgasspridning. Både sannolikheten och konsekvensen med avseende på personsäkerhet inom avgränsningen bedöms som låga.

*Sannolikhet: Låg*

*Konsekvens: Låg*

## **7.1.3 Brandscenarier på plan fyra**

I detta avsnitt diskuteras de potentiella brandscenarier som kan uppstå på plan fyra.

### **McDonalds/Stockholm Fisk**

McDonalds är beläget närmast terminal 4 och en brand skulle kunna blockera en av

våningsplanets tre utrymningsvägar. Stockholm Fisk är en betydligt större restaurang och har utrymningsvägar på varsin sida om restaurangen. Dock bedöms en brand initialt endast kunna blockera en av dessa och scenariot likställs därför med McDonalds. Brandens konsekvens bedöms som hög eftersom brand- och brandgasspridning kan ske via seglen samt att utrymmet kan ha hög persontäthet. Enligt tidigare bedöms sannolikheten för brand i restaurangkök som mycket hög.

*Sannolikhet: Mycket Hög*

*Konsekvens: Hög*

### **New Orleans**

New Orleans är en pub som är belägen närmast huvudentrén och hotellets lobby. En brand i detta utrymme skulle dels kunna blockera en av våningsplanets tre utrymningsvägar och även hotellets lobby. Eftersom det är en pub kan persontätheten vid tillfällen vara hög samtidigt som andelen berusade personer bedöms som högre än på övriga restauranger. Alkohol påverkar omdömet, koordinationsförmågan och balansen (CAN, 2012) vilket leder till högre sannolikhet för misstag och långsammare utrymning. Konsekvensen bedöms därför som hög.

*Sannolikhet: Mycket Hög*

*Konsekvens: Hög*

### **Alfredos**

Alfredos är beläget mellan New Orleans och McDonalds. En brand i detta utrymme skulle inte blockera någon av utrymningsvägarna och konsekvensen bedöms därför som något lägre än för de övriga restaurangerna på samma plan.

*Sannolikhet: Mycket Hög*

*Konsekvens: Medel*

### **Konferens**

Bakom restaurangerna, utanför rapportens avgränsning, ligger en konferensavdelning. En brand skulle kunna växa en tid innan den upptäcks men måste för att påverka inom avgränsningen sprida sig förbi brandcellsgränser. Sannolikheten bedöms därför som låg och även konsekvensen enligt samma resonemang som i mässhallen på plan två.

*Sannolikhet: Låg*

*Konsekvens: Låg*

## **7.1.4 Brandscenarier i gränssnitt till avgränsning**

Brandscenarier kan uppstå i gränssnittet till, samt utanför avgränsningen som kan påverka inom avgränsningen. Dessa diskuteras ur ett sannolikhet- och konsekvensperspektiv.

### **Brandscenarier i gränssnittet**

Bränder med mycket hög effektutveckling kan uppstå i någon av terminalerna, i flygplan eller i parkeringsgaragen. Med avseende på personsäkerhet inom avgränsningen bedöms dock risken för rök- och brandgasspridning som relativt liten alternativt kunna representeras av scenarier inom avgränsningen.

*Sannolikhet: Medel*

*Konsekvens: Låg*

## Arlanda C

På Arlanda C kan en mycket stor brand inträffa, till exempel kan ett helt tåg brinna vilket skulle ge en mycket hög effektutveckling. I rulltrapporna finns rejält tilltagna fläktar som trycksätter den inglasade entrén på perrongen och på så sätt förhindrar brandgasspridning till Sky City. I händelse av brand på perrongen startas ett larmsystem som bland annat larmar till SOS, startar fläktarna, stannar rulltrapporna och trycksätter släcksystem på samtliga av Arlandas tågstationer. Larmsystemet aktiveras manuellt från en driftledningscentral vilket bidrar till viss osäkerhet. Ett automatiskt system som inte genererar falsklarm men samtidigt är tillräckligt tillförlitligt för att kunna detektera en brand i den smutsiga miljön bedöms dock vara orimligt dyrt om överhuvudtaget möjligt. Sannolikheten för att en stor brand skulle uppstå samtidigt som larmsystemet inte aktiveras bedöms som mycket låg medan konsekvensen bedöms som hög.

Sannolikhet: *Mycket låg*

Konsekvens: *Hög*

## 7.2 Riskmatris

Den sammanställda jämförelsen av brandscenerierna presenteras i en riskmatris där konsekvensen utgör y-axeln och sannolikheten x-axeln enligt figur 7.1. De scenarier med hög sammanvägd risk som inte representeras av ett annat scenario med samma eller högre risk väljs ut för vidare analys.

### Konsekvens

|            |   |   |   |   |  |
|------------|---|---|---|---|--|
| Mycket Hög |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><i>Pocket Shop</i></b></li> <li>• Airport Fashion</li> <li>• <b><i>Personbil</i></b></li> </ul> |   |   |  |
| Hög        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arlanda C</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Event mitt på Plazan</li> </ul>  |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• McDonalds</li> <li>• Sthlm Fisk</li> <li>• <b><i>New Orleans</i></b></li> </ul> |
| Medel      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Huvudentrén</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Övriga butiker under entresolen</li> <li>• Biljettcenter</li> </ul>                                |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressbyrån</li> <li>• Naked Juice Bar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• East West</li> <li>• Sbarro</li> <li>• Alfredos</li> </ul>                      |
| Låg        |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Övriga butiker och serviceföretag på plan tre.</li> <li>• Soptunnor</li> <li>• Soffor</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rulltrappa</li> <li>• Konferens</li> <li>• Mässhall</li> <li>• Gränssnitt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caféer på Plazan</li> </ul>                      |  |
| Mycket låg |   |   |   |   |  |
|            | Mycket låg  | Låg   | Medel   | Hög   | Mycket Hög   |

Sannolikhet

Figur 7.1. Riskmatris med identifierade brandscenerier.

Med stöd av ovanstående matris och resonemang väljs tre stycken dimensionerande brandscenerier ut för vidare analys. Dessa är understruktura i figur 7.1 och motiveras i avsnitt 7.3.

### 7.3 Valda brandscenarier

I detta avsnitt ges en mer detaljerad beskrivning av de utvalda representativa brandscenarierna för Sky City. Tre stycken brandscenarier har valts ut vilka anses vara de värsta troliga brandscenarier som kan inträffa, som inte representeras av något annat scenario med högre sammanvägd risk. Eftersom värsta troliga scenarier söks har konsekvensen större vikt i helhetsbedömningen än sannolikheten. Vid valet har även hänsyn tagits till scenariernas placering, där ett scenario på respektive våning valts där sprinkler finns och ett scenario på Plazan där sprinkler saknas. Respektive scenario presenteras ingående nedan.

#### 7.3.1 Brandscenario ett - New Orleans

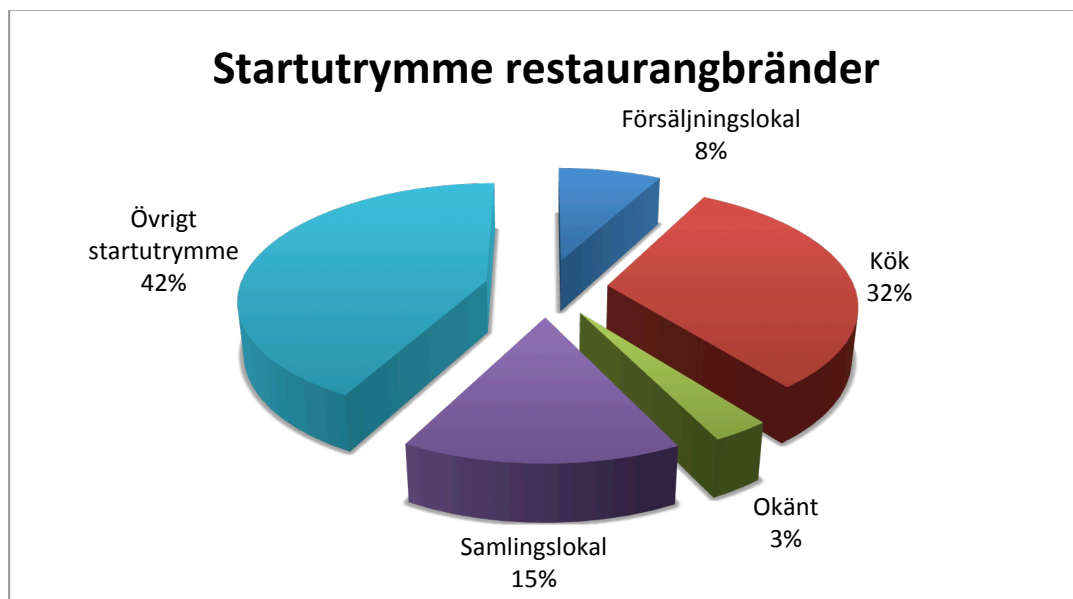
Uppe på entresolen på plan fyra ligger fyra restauranger; McDonalds, Alfredos, New Orleans och Stockholm Fisk. Stockholm Fisk upptar hela ytan mellan huvudentrén till Sky City och trappan ner mot terminal 5. De andra tre restaurangerna delar på ytan mellan huvudentrén och terminal 4. Utrymmet för personer att röra sig på är relativt litet och persontätheten kan vara hög. Utrymningsvägarna är placerade i ändarna på entresolen mot respektive terminal samt i mitten av byggnaden ned mot huvudentrén via trappor. Stora tygsegel sitter uppspända över de publika delarna av restaurangerna, något som kan påverka ett brandförlopp negativt då de till exempel kan ansamla brandgaser, brännas av och falla ner på människor eller fatta eld.

Att en brand skulle kunna uppstå i någon av dessa restauranger bedöms som sannolikt eftersom det i ett kök finns gott om maskiner, stekbord, ugnar och liknande. Det kan dessutom vara stressigt och mycket personal vid hög belastning av gäster, vilket ökar sannolikheten för misstag. New Orleans väljs eftersom den kan blockera trappan ner mot huvudentrén samt att utrymning kan ta längre tid än från övriga restauranger på grund av att andelen berusade personer bedöms vara högre. Ett brandscenario i New Orleans representerar brandscenarier på McDonalds, Stockholm Fisk, Alfredos samt i hotellobbyn, eftersom även denna skulle kunna blockera trappan ner mot huvudentrén. Utifrån resonemanget anses scenariot i New Orleans vara realistiskt och representativt vilket föranleder en djupare analys. I figur 7.2 syns gästutrymmet av New Orleans sett från Alfredos och i figur 7.3 - 7.4 redovisas vanliga brandorsaker och startutrymmen som ligger till grund för det scenario som beskrivs i kapitel 8.

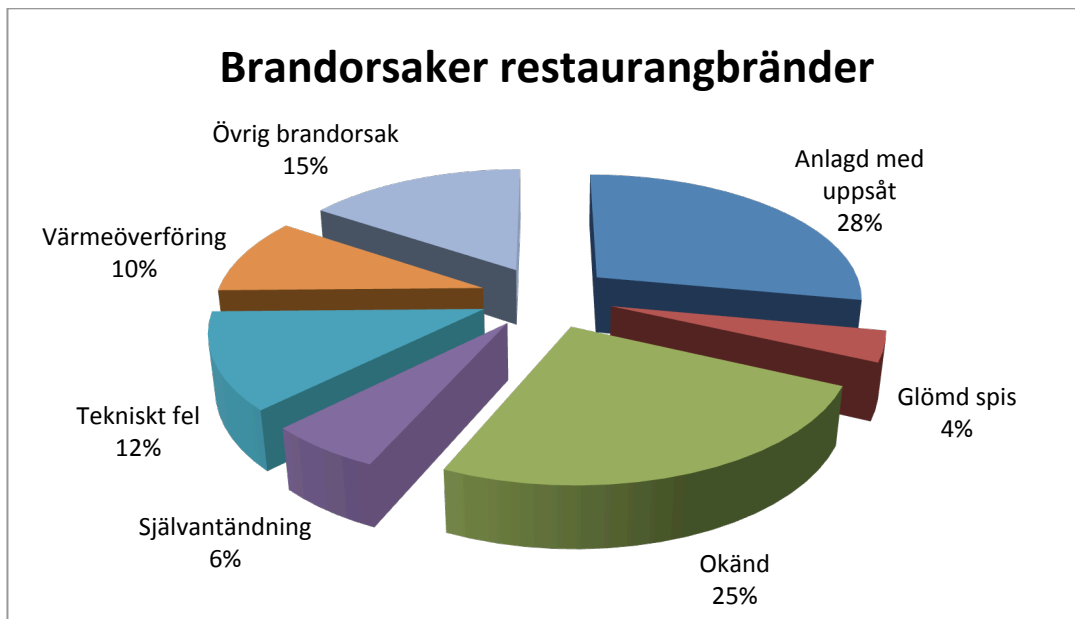


Figur 7.2. New Orleans gästutrymme.

Figur 7.3 visar att bränder i restauranger i 32 % av fallen startar i köket. Figur 7.4 visar att vanliga orsaker bland annat är värmeöverföring, glömd spis samt att branden är anlagd. Statistiken är för hela Sverige över hela dygnet och mellan åren 1996 – 2010.



Figur 7.3. Brandorsaker Restaurangbränder (MSB, 2012).



Figur 7.4. Startutrymme restaurangbränder (MSB, 2012).

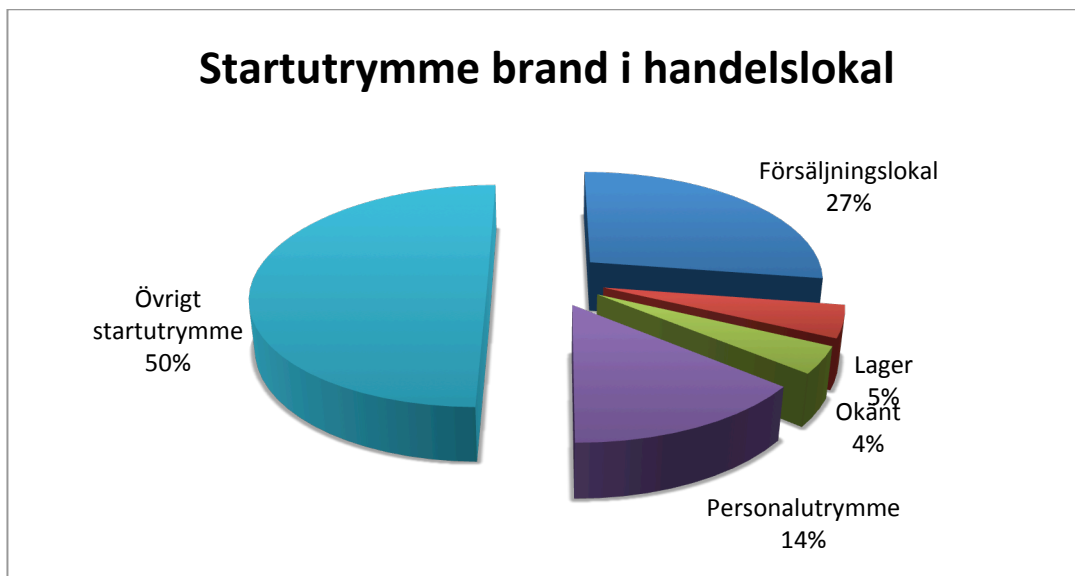
### 7.3.2 Brandscenario två - Pocket shop

I Pocket Shop bedöms ett eventuellt brandförlopp vara snabbt och ge upphov till hög effektutveckling. Risken för att den största utrymningsvägen blockeras bedöms vara stor och faran med brandgasspridning till restaurangerna på plan fyra är betydande. En brand i Pocket Shop är jämförbar med Airport Fashion som är betydligt större. Det brännbara materialet bedöms dock vara mer utspritt än i Pocket Shop, vilket ger ett långsammare brandförlopp. Övriga butiker och restauranger på plan tre bedöms vara relativt likvärdiga med Pocket Shop varför detta brandscenario bedöms representera scenarier i dessa. Eftersom en brand i Pocket Shop bedöms kunna blockera huvudentrén representeras även brandscenarier i parkeringsgaragen, huvudentrén, rulltrappan till huvudentrén och mässhallen. I figur 7.5 ses Pocket Shop från Plazan och i figur 7.6 – 7.7 redovisas vanliga brandorsaker och startutrymmen som ligger till grund för det scenario som beskrivs i kapitel 9.



Figur 7.5. Pocket Shop.

Figur 7.6 nedan visar att försäljningslokalen är ett vanligt startutrymme för en brand i en handelslokal. Figur 7.7 visar att vanliga orsaker är tekniskt fel eller att branden är anlagd. Statistiken bygger på insatser utförda i hela Sverige under alla tider på dygnet mellan åren 1996- 2010.



Figur 7.6. Startutrymmen bränder i handelslokaler (MSB, 2012).



Figur 7.7. Brandorsaker för bränder i handelslokaler (MSB, 2012).

### 7.3.3 Brandscenario tre - Personbil på Plazan

Ett scenario där en personbil uppställd mitt på Plazan antänds väljs eftersom det skulle ge en kraftfull brand som skulle täcka större delen av Plazan samt för att det är en osprinklad yta. Utöver värmestrålning och rökutveckling över hela Plazan kan detta scenario innebära fara för de människor som uppehåller sig på uppehållsplatsen belägen på halvplanet strax intill. Vid platsbesöket observerades sovande människor vilket kan leda till en lång varseblivningstid. De två trapporna ner till plan tre kan redan vara involverade i branden när dessa personer ska utrymma. Eftersom branden sker på den osprinklade Plazan representerar den brandscenarier på Waynes Coffee, East West's cafédel samt i övriga tillfälliga utställningar på Plazan. Personbilsbranden blockerar även utrymningsvägen mot airside samt anslutningen till Arlanda C varför även brandscenarier på Arlanda C och biljettcentret anses vara representerade. Figur 7.8 visar att brandorsaker för personbilsbränder är svåra att fastställa och därför specificeras ingen orsak för det givna scenariot, utan en representativ kurva redovisas istället i kapitel 10.



Figur 7.8. Brandorsaker personbilsbränder (MSB, 2012).



## 8 Analys av brandscenario ett – New Orleans

I det valda brandscenariot begränsas den maximala effektutvecklingen av sprinklersystemet till 1 MW efter cirka 100 sekunder. I detta kapitel följer handberäkningar och simuleringar för effektutveckling, tid till kritiska förhållanden, utrymningstid samt känslighetsanalyser. Då tiden för utrymning beräknas antas enligt resonemang i bilaga C att endast utrymningsvägarna mot huvudentrén, terminal 4 och terminal 5 används. I nedanstående avsnitt kontrolleras även hur tillgängligheten av dessa påverkas av det valda brandscenariot.

### 8.1 Effektutvecklingsberäkningar

Då sprinklern aktiveras bedöms branden inte begränsas utan endast sluta tillväxa. Detta är en konservativ bedömning som stöds av att sprinklerpåverkan är mycket svår att bedöma, särskilt i ett kök där olja kan vara en del av brandbelastningen. För att kunna beräkna vid vilken effekt sprinklern aktiveras måste först en effektkurva för ett osprinklat fall tas fram. I ett restaurangkök finns flera potentiella antändningskällor. Utöver ugnar, stekbord och fritöser kan det finnas staplar av plast- eller frigolitbackar som varor har levererats i. Dessa är lättantändliga och har en snabb tillväxthastighet. Köket i New Orleans antas ha liknande brandbelastning som andra restaurangkök. I en rapport utgiven vid National Research Council i Canada har försök utförts på ett rum med dimensionerna 3.6 x 2.75 x 2.4 m<sup>3</sup> (Bwalya et al, 2007). Dessa har fyllts med material som enligt författarna motsvarar ett genomsnittligt kök och maxeffekten i försöksrummet uppmättes till 2760 kW. Branden i testet var ventilationskontrollerad men den teoretiskt maximala ventilationskontrollerade effekten beräknas med ekvation 4 till 4400 kW. Skillnaden beror på förbränningseffektivitet samt att allt syre inte används och för att kunna bedöma den maximala ventilationskontrollerade effektutvecklingen i köket på New Orleans multipliceras den beräknade med 2760/4400 ≈ 0,6.

New Orleans kök har enligt arkitekturritningen en area på 30,9 m<sup>2</sup> och en takhöjd på tre meter, vilket är betydligt större än det testade rummet. Den maximala effektutvecklingen med avseende på brandbelastning är därför svår att uppskatta. Ett konservativt antagande är att restaurangkökets maxeffekt begränsas av dess öppningar, det vill säga att branden blir ventilationskontrollerad. Den ventilationskontrollerade maximala effektutvecklingen i New Orleans beräknas med ekvation 3 och ekvation 4 där kökets öppning enligt ritning är 10,5 m<sup>2</sup> med höjden 1,5 meter. Då resultatet multipliceras med 0,6 enligt ovan ges den maximala effektutvecklingen 11,6 MW.

$$\dot{m}_a = 0,5 * 10,5 * \sqrt{1,5} \approx 6,43 \text{ kg/s} \quad \text{Ekvation (3)}$$

$$\dot{Q}_{max} = 0,6 * 0,23 * 6,43 * 13,1 \approx 11,6 \text{ MW} \quad \text{Ekvation (4)}$$

Brandens tillväxtfas approximeras som ett  $\alpha t^2$ -förlopp. För att bedöma tillväxthastigheten  $\alpha$  jämförs tillväxthastigheter i en rapport baserad på data från Londons brandförsvars brandutredningar där tillväxthastigheter analyserats i bränder med olika startutrymmen. (Golt et al, 2004). I denna rapport finns data om en köksbrand som startat i en fritös och spridit sig över golvet, tillväxthastigheten var 0,309 kW/s<sup>2</sup>. För att en brand ska sprida sig från en fritös förutsätts att det automatiska släcksystem som finns över denna fallerar, alternativt att oljan

som har en flampunkt på cirka 320 °C (Oilpress, 2012) har värmts upp för mycket till exempel på grund av en trasig termostat samt att oljan runnit ut över golvet innan antändning. Sannolikheten för att detta ska hända i ett modern kök bedöms som mycket låg. Då branden startat i maskinell köksutrustning var tillväxthastigheten 0,096 kW/s<sup>2</sup> och ett generellt värde för detaljhandel, exempelvis snabbmatsrestauranger, anges vara 0,101 kW/s<sup>2</sup>. Angivna värden är 95e percentilen av given data från Londonrapporten och är således konservativa. Ett lämpligt värde på  $\alpha$  vid köksbranden på New Orleans bedöms vara 0.1 kW/s<sup>2</sup>. Med maxeffekten 11600 kW och tillväxthastigheten 0.1 kW/s<sup>2</sup> nås den maximala effektutvecklingen efter cirka 340 sekunder och antas därefter vara konstant. Tiden till övertändning vid effektutvecklingen i respektive tidssteg beräknas med ekvation 7 där  $k_{pc} = 5,8 \cdot 10^5 \text{ W}^2\text{s/m}^4\text{K}^2$ ,  $A_T = 150 \text{ m}^2$ ,  $A_O = 11,25 \text{ m}^2$  och  $H_O = 2,5 \text{ m}$ . Resultatet redovisas tillsammans med det ventilationskontrollerade brandscenariot i figur 8.2. Kurvorna skär varandra vid ungefär 260 sekunder vilket är då övertändning bedöms ske. Då övertändning sker nås brandens maximala effektutveckling snabbt innan den blir ventilationskontrollerad.

$$\dot{Q}_{FO} = 610 \left( \frac{\sqrt{\frac{5,8 \cdot 10^5}{t}}}{1000} * 150 * 11,25 * \sqrt{2,5} \right)^{1/2} \quad \text{Ekvation (7)}$$

Effektkurvan kan nu användas för beräkning av tid till sprinkleraktivering med Detact QS, vilket ger att sprinklern aktiverar efter cirka 100 sekunder, se figur 8.1. Branden antas börja på längsta möjliga avstånd från ett sprinklerhuvud och den beräknade effektutvecklingskurvan redovisas i figur 8.2.

```

CEILING HEIGHT= 2.999232 m    9.84 ft
RADIUS= 1.499616 m    4.92 ft
DET ACT TEMP= 68.33334 C    155 F
RTI = 134.986 (m*s)^(1/2)    244.5 (ft*s)^(1/2)

```

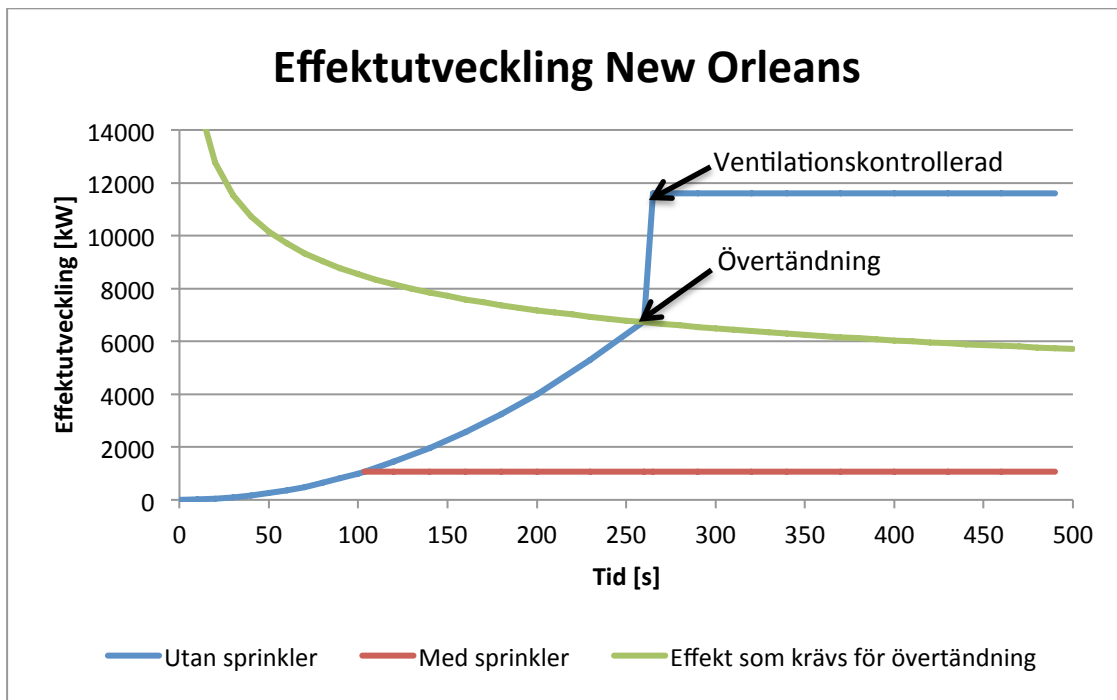
| TIME<br>sec | FIRE<br>kW | GAS TEMP<br>C | DET TEMP<br>C | GAS TEMP<br>F | DET TEMP<br>F |
|-------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.0         | 0.0        | 20.0          | 20.0          | 68.0          | 68.0          |
| 10.0        | 10.0       | 25.9          | 20.2          | 78.7          | 68.3          |
| 20.0        | 40.0       | 35.2          | 20.8          | 95.4          | 69.4          |
| 30.0        | 90.0       | 46.5          | 22.2          | 115.6         | 72.0          |
| 40.0        | 160.0      | 59.2          | 24.6          | 138.5         | 76.4          |
| 50.0        | 250.0      | 73.0          | 28.2          | 163.4         | 82.7          |
| 60.0        | 360.0      | 87.9          | 33.0          | 190.2         | 91.3          |
| 70.0        | 490.0      | 103.6         | 39.0          | 218.5         | 102.2         |
| 80.0        | 640.0      | 120.1         | 46.3          | 248.2         | 115.4         |
| 90.0        | 810.0      | 137.3         | 54.9          | 279.1         | 130.9         |
| 100.0       | 1000.0     | 155.2         | 64.8          | 311.3         | 148.7         |

```

**** DETECTOR ACTUATION AT 103.3 SECONDS ****

```

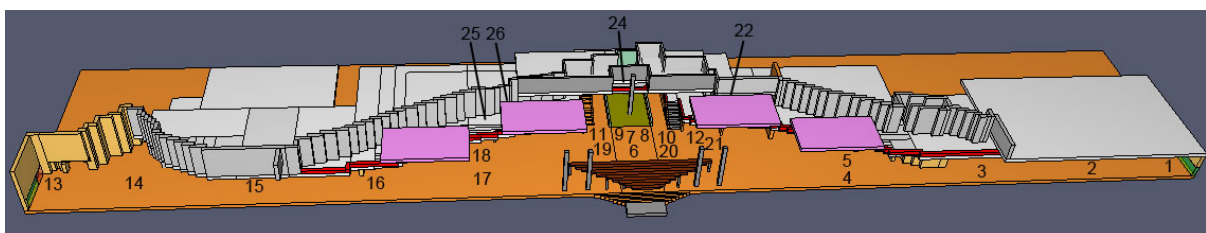
Figur 8.1. Tid till sprinkleraktivering beräknad med Detact QS.



Figur 8.2. Effektutveckling New Orleans

## 8.2 Tid till kritiska förhållanden

Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår kontrolleras med avseende på sikt, temperatur och värmestrålning enligt Boverkets rekommendationer enligt resonemang i avsnitt 6.2. Brandscenariot simuleras i en FDS-simulering över 1200 sekunder med en geometri enligt figur 8.3. Modellens uppbyggnad, förenklingarna och osäkerheter diskuteras ingående i bilaga E. Ett brandscenario i köket på New Orleans bedöms kunna utsätta människor för fara efter olika lång tid beroende på var de befinner sig. Personer som uppehåller sig i köket kan utrymma direkt till annan brandcell och bedöms inte behöva uppehålla sig i köket tillräckligt länge för att kritiska förhållanden ska hinna uppstå, detta analyseras därför inte vidare. I det givna scenariot undersöks huruvida kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt och temperatur på entresolen samt i någon av de tre använda utrymningsvägarna. Dessutom undersöks om brandens värmestrålning ger upphov till kritiska förhållanden för personer som uppehåller sig på restaurangens gästutrymme, vilken kan ses i figur 7.2. De mätpunkter där siktbarheten mätts i FDS är markerade i figur 8.3. Mätpunkten Sikt 23 är borttagen eftersom den var felplacerad och därmed gav felaktiga värden. Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår på respektive plats redovisas i tabell 8.1 där tid och orsak är angivna. Slutsatser och resultat från simuleringarna beskrivs i avsnitt 8.2.1 - 8.2.3.



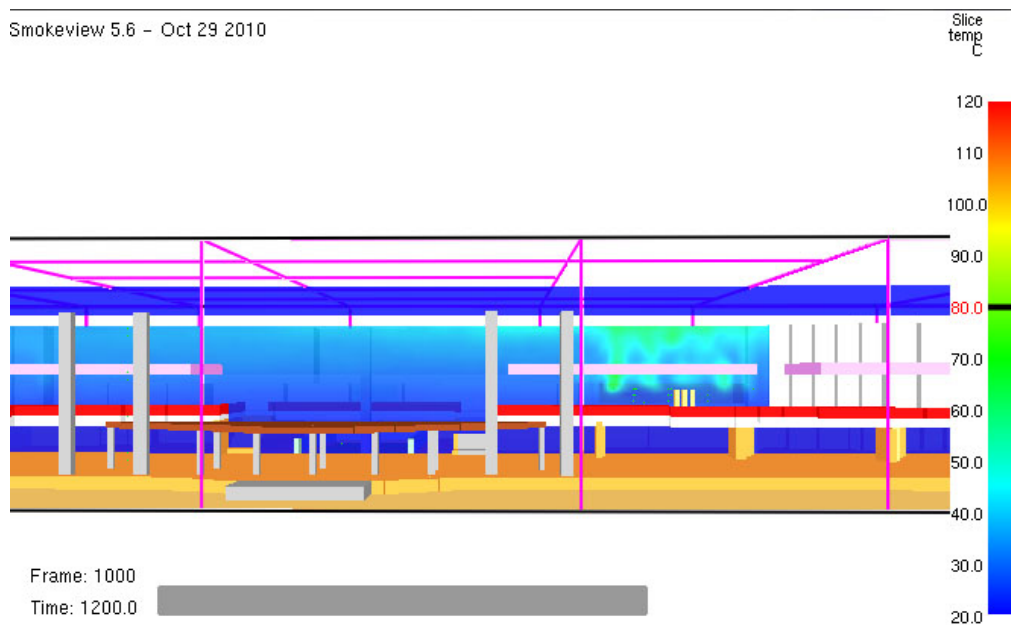
Figur 8.3. Förenklad modell av Sky City uppbyggt i Pyrosim.

Tabell 8.1. Tid till kritiska förhållanden i händelse av brand i New Orleans.

| Plats                   | Tid och orsak |
|-------------------------|---------------|
| Hela Sky City           | -             |
| New Orleans gästutrymme | 15 min (Sikt) |
| Entresolen              | 15 min (Sikt) |

### 8.2.1 Temperatur

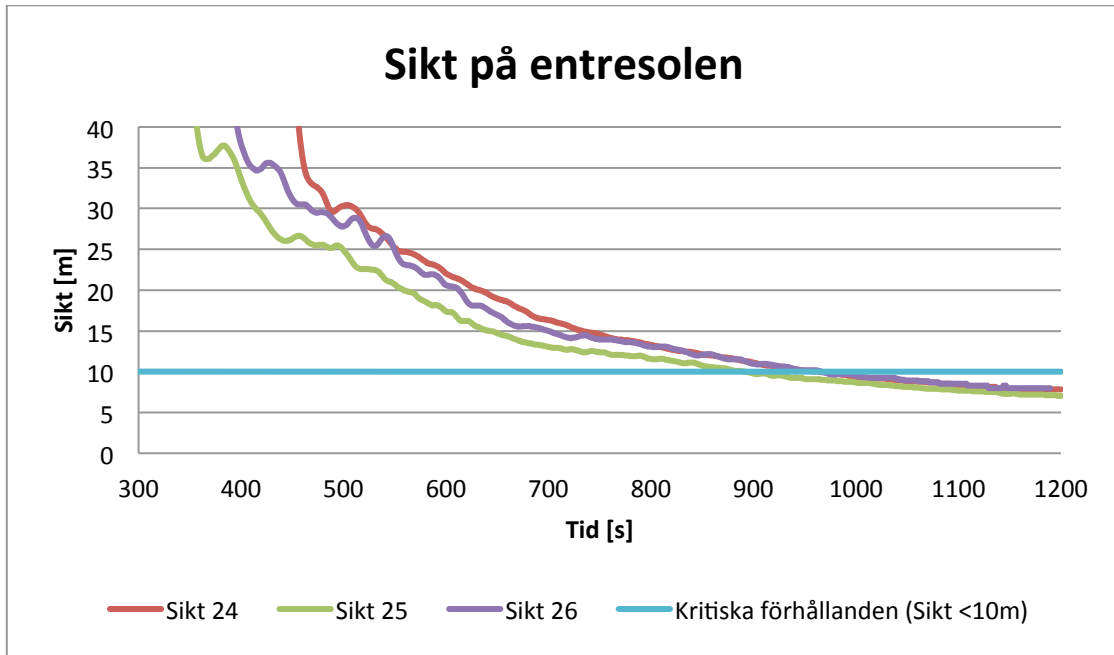
Kritiska förhållanden bedöms uppstå då temperaturen överstiger 80 °C enligt avsnitt 6.2. Genom att studera det simulerade scenariot i Smokeview efter 20 minuter ses i figur 8.4 att temperaturen inte når 80 °C någonstans i Sky City. 20 minuter studeras eftersom effektkurvan är konstant efter att sprinkler aktiverat, vilket innebär att temperaturen inte kan vara högre tidigare i simuleringen. Temperaturen vid utrymningsvägarna mot terminalerna redovisas inte eftersom den omöjligt kan vara högre än vid restaurangen på entresolen. Kritiska förhållanden uppstår således inte med avseende på temperatur.



Figur 8.4. Temperaturen efter 20 minuter av simuleringen i FDS.

### 8.2.2 Sikt

Kritiska förhållanden bedöms uppstå då sikten är mindre än 10 meter eller mindre än 5 meter vid köbildning enligt avsnitt 6.2. Siktbarheten mot genomlysta utrymningsskyltar beräknas som funktion av tid och redovisas nedan för de mätpunkter där sikten understiger 10 meter vid någon tidpunkt av simuleringen. Indata och beräkningsgång redovisas i bilaga E och mätpunkternas placering kan ses i figur 8.3. Om tidsmarginalen som presenteras i avsnitt 8.4 blir negativ undersöks om personer befinner sig i kö då sikten understiger 10 meter och därmed accepterar en sikt på 5 meter, vilket ger en längre tid till kritiska förhållanden.

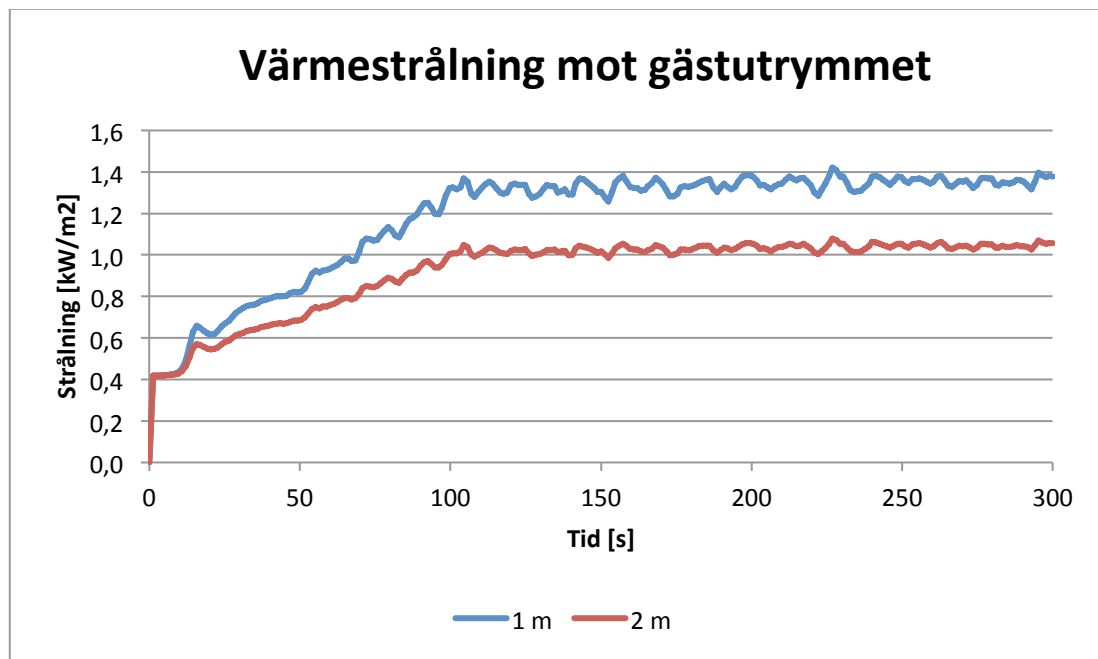


Figur 8.5. Siktbarhet i olika mätpunkter på entresolen.

Figur 8.5 visar att sikten understiger 10 meter efter cirka 15 minuter på entresolen, däremot blir den aldrig sämre än 5 meter. Kritiska förhållanden uppstår således efter 15 minuter med avseende på sikt på entresolen och därmed även vid New Orleans gästutrymme.

### 8.2.3 Värmestrålning

Kritiska förhållanden uppstår enligt avsnitt 6.2 då den infallande strålningen överstiger  $2,5 \text{ kW/m}^2$  samt att strålningsenergi överstiger  $60 \text{ kJ/m}^2$  utöver energin från en strålningsnivå på  $1 \text{ kW/m}^2$ . Strålningen mäts på en respektive två meter rakt ut från mitten av öppningen till köket på 1,55 meters höjd och redovisas i figur 8.6.



Figur 8.6. Värmestrålning mot New Orleans gästutrymme på olika avstånd.

Figur 8.6 visar att strålningen aldrig når  $2,5 \text{ kW/m}^2$  och ger således inte upphov till kritiska förhållanden. Eftersom sprinklern aktiverar efter ungefär 100 sekunder och därefter håller effektkurvan konstant blir även strålningen konstant på ett säkert värde ur personsäkerhetssynpunkt. Resultatet tar ingen hänsyn till vattnets eventuella dämpning av strålningen utan är endast ett resultat av den begränsade effektkurvan.

### 8.3 Utrymning

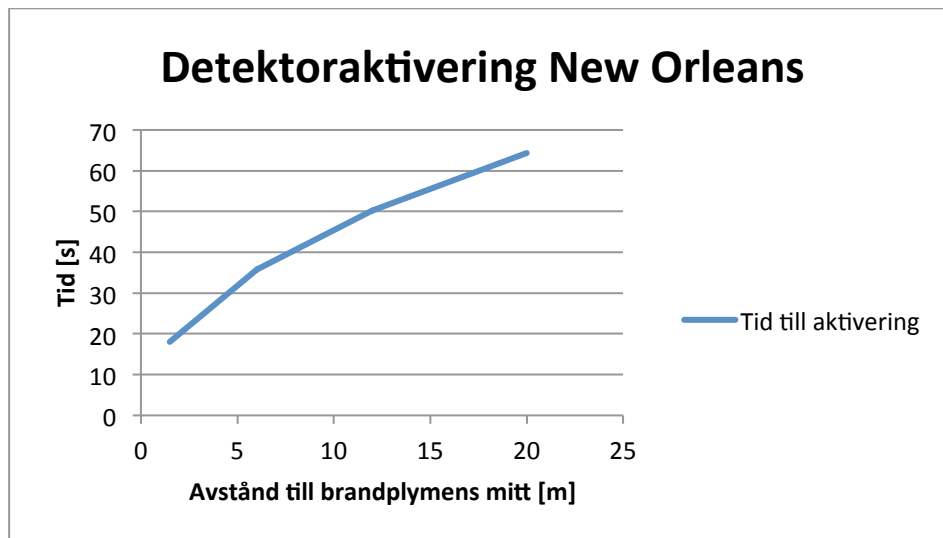
Tiden för utrymning beror enligt avsnitt 6.3 på olika faktorer. Den totala tiden fås genom att lägga ihop varseblivningstiden, förberedelse tiden och förflyttningstiden och redovisas i tabell 8.2. Tabellen visar den totala tiden det tar för människor att utrymma från de platser där tiden till kritiska förhållanden beräknats i avsnitt 8.2. Utrymningstiden är ett värsta troliga fall och respektive ingående del redovisas i detta kapitel.

Tabell 8.2. Total utrymningstid från olika ställen i Sky City i händelse av brand i New Orleans.

| Plats                   | Varseblivning | Förberedelse | Förflyttning | Totalt         |
|-------------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| Hela Sky City           | 3,5 min       | 2 min        | 4 min        | <b>9,5 min</b> |
| New Orleans gästutrymme | 0,5 min       | 2 min        | 0,5 min      | <b>3 min</b>   |
| Entresolen              | 3,5 min       | 2 min        | 2,5 min      | <b>8 min</b>   |

#### 8.3.1 Varseblivningstid

Varseblivningstiden består som nämnt i avsnitt 6.3.1 av tiden det tar från det att branden startat till dess att individen uppmärksammat att något har hänt. Denna skiljer sig för respektive individ beroende på var de befinner sig och i detta avsnitt görs förenklat två indelningar; en för de som befinner sig på restaurangens gästutrymme och en för övriga. Gästutrymmet är litet och öppningen mot köket är relativt stor, varför personer som befinner sig här i ett värsta troliga fall bedöms uppmärksamma att något hänt senast då detektorn aktiverar. Varseblivningstiden för dessa personer sätts därför till denna tid. För övriga läggs även tiden till beslut om aktivering av utrymningslarmet till, vilket är en rimlig bedömning för de som befinner sig långt ifrån restaurangen och konservativt för de som befinner sig relativt nära. Eftersom branden startar på en godtycklig plats och detektorernas placering inte är utmärkta på erhållna ritningar bedöms det längsta avståndet mellan brand och detektor vara 5 meter. Det ger ur figur 8.7 en beräknad tid till aktivering på 30 sekunder. Fullständig beräkning och indata värden för Detact QS återfinns i bilaga D.



Figur 8.7. Aktiveringstid för en rökdetektor beroende på avstånd till branden.

Branden i New Orleans är kraftig, snabb och förmodligen synlig från Plazan samt via övervakningskameror. Eftersom utrymningsorder får ges av ADO som alltid är i tjänst på flygplatsen och relativt snabbt bedöms kunna ta sig till Sky City för att undersöka larmorsaken, bedöms larmlagringstiden i detta fall vara relativt kort. I händelse av en mindre brand kan däremot larmlagringstiden vara betydligt längre, särskilt eftersom detektionssystemet inte är adresserbart vilket kan medföra att branden tar längre tid att hitta. Baserat på att branden i det valda brandscenariot är förhållandevis stor samt att utrymningsordern kan ges av ADO som alltid finns nära bedöms det värsta troliga fallet av larmlagring vara cirka tre minuter vid det givna brandscenariot. Det ger tillsammans med tiden för detektoraktivering en varseblivningstid på cirka tre och en halv minut.

### 8.3.2 Förberedelsetid

Sky City har ett talat utrymningsmeddelande och anses representera ett varuhus, vilket enligt boverkets rekommendationer ger en generell förberedelsetid på två minuter (Boverket III, 2011).

### 8.3.3 Förflyttningstid

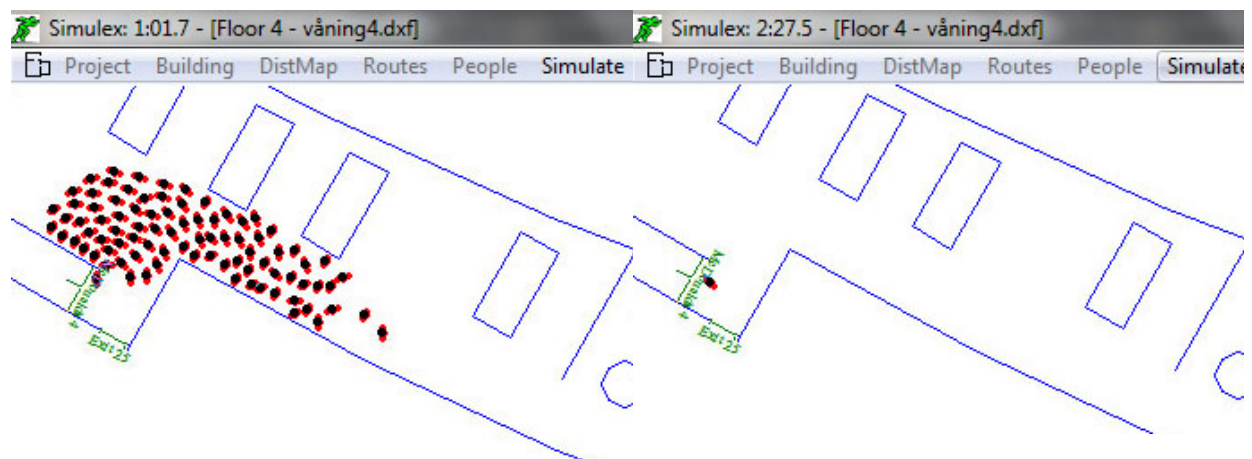
Förflyttningstiden simuleras i Simulex, som presenteras i bilaga A. I ett värsta troliga fall simuleras förflyttning av 900 personer från restaurang- och shoppingdelen av Sky City. Mätningar har visat på cirka 600 personer vid lunchtid men eftersom hela Sky City utryms vid en nödsituation kan personer som inledningsvis befinner sig utanför avgränsningen att påverka flödet inom densamma. I simuleringen antas 50 % män, 39 % kvinnor, 9 % barn, 1 % äldre och 1 % handikappade då detta bedöms representera de personer som uppehåller sig på Sky City. Fullständig indata redovisas i bilaga C.

Branden kommer inte att blockera någon av de huvudsakliga utrymningsvägarna men antas blockera passagen mellan restaurangen och trappan mot huvudentrén. Detta innebär att samtliga gäster på berörd sida av entresolen utrymmer via trappan till plan tre vid McDonalds. Vid ett personantal på 900 antas 30 %, det vill säga 270 personer, befinna sig på entresolen jämnt fördelade på de olika restaurangerna. Vid en fullständig utrymning av Sky

City under dessa förutsättningar blir förflyttningstiden fyra minuter. För 45 personer att förflytta sig från gästutrymmet tar det enligt figur 8.8 cirka en halv minut och efter cirka två och en halv minut har 270 personer förflyttat sig från entresolen, se figur 8.9.



Figur 8.8. Förflyttningstid från gästutrymmet, ögonblicksbilder efter 6 respektive 30 sekunder.



Figur 8.9. Förflyttningstid från entresolen, ögonblicksbilder efter 1 respektive 2,5 minuter.

## 8.4 Tidsmarginal

Kritiska förhållanden uppstår inte i någon av utrymningsvägarna på plan tre under den simulerade tidsperioden på 20 minuter och tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår sätts därför konservativt till 20 minuter i detta fall. För att en utrymning ska anses säker måste tiden till kritiska förhållanden överstiga utrymningstiden. Den beräknade tidsmarginalen redovisas i tabell 8.3 och om tidsmarginalen är negativ analyseras den vidare.

Tabell 8.3. Tidsmarginal.

| Plats                   | Tid till kritiska förhållanden | Utrymningstid | Tidsmarginal    |
|-------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------|
| Hela Sky City           | 20 min                         | 9,5 min       | <b>10,5 min</b> |
| New Orleans gästutrymme | 15 min                         | 3 min         | <b>12 min</b>   |
| Entresolen              | 15 min                         | 9 min         | <b>7 min</b>    |



## 8.5 Känslighetsanalys

I detta avsnitt analyseras vad som händer om sprinklersystemet inte skulle fungera samt hur tidsmarginalen påverkas då varseblivning, förberedelse och förflyttningstid varierar. Brandens parametrar kan inte känslighetsanalyseras på grund av kapacitetsbrist. För de platser där tiden till kritiska förhållanden bestämts görs däremot analyser med avseende på gridoberoende vilka redovisas i bilaga E.3. Dessa visar att mätningarna på entresolen och New Orleans gästutrymme är oberoende av simuleringarnas cellstorlek, däremot kan ett gridberoende resultat inte påvisas i mätpunkter vid utrymningsvägen mot terminal 5. Detta beror troligen på att den använda cellstorleken som är större vid terminalerna än på Plazan ger skillnader i resultatet då lösningar från FDS är direkt beroende av storleken på cellerna. Analysen visar att tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår ökar med över 100 sekunder i simuleringen med finare grid. Eftersom den finare griden ger ett mindre konservativt värde visar känslighetsanalysen att det använda värdet är godtagbart.

### 8.5.1 Sprinklersystemet fallerar

Tillförlitligheten för sprinkler är i Sverige 92 procent för automatiska sprinkleranläggningar (Malm & Pettersson, 2008). Om sprinklersystemet skulle falla förändras tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt, temperatur och värmestrålning. Dessa bestäms genom att använda den framtagna effektkurvan i avsnitt 8.1 i en FDS-simulering på motsvarande sätt som i det sprinklade fallet. Resultaten redovisas i tabell 8.4 där tid och orsak är angivna. Slutsatser och resultat från simuleringarna beskrivs i avsnitt 8.5.1.1 - 8.5.1.3.

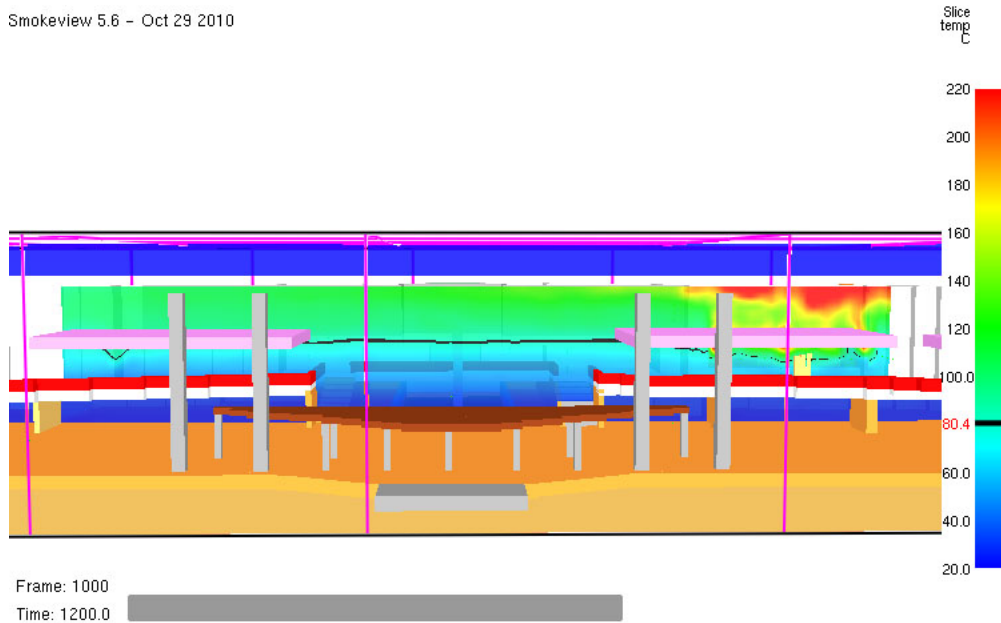
Tabell 8.4. Tid till kritiska förhållanden om sprinklersystemet inte fungerar.

| Plats                   | Tid och orsak |
|-------------------------|---------------|
| Hela Sky City           | 7 min (Sikt)  |
| New Orleans gästutrymme | 5 min (Sikt)  |
| Entresolen              | 5 min (Sikt)  |

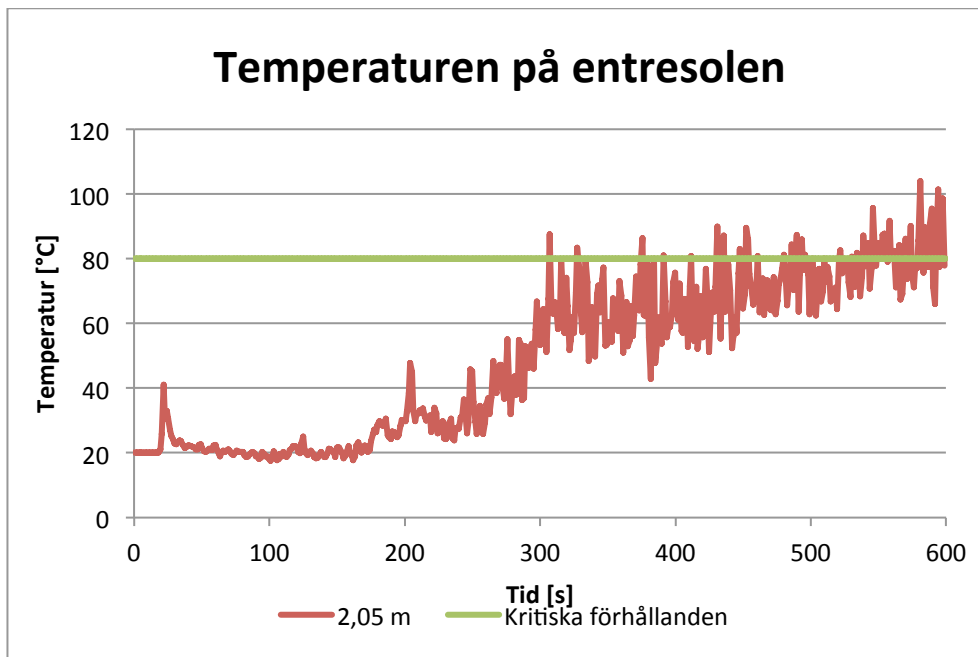
#### 8.5.1.1 Temperatur

På motsvarande sätt som i avsnitt 8.2.1 studeras temperaturen i Smokeview efter 20 minuter, se figur 8.10. I figuren ses att temperaturen överstiger 80 °C på entresolen men inte på plan tre. Temperaturen analyseras därför mer noggrant på entresolen.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Figur 8.10. Temperaturen efter 20 minuter av simuleringen i FDS.

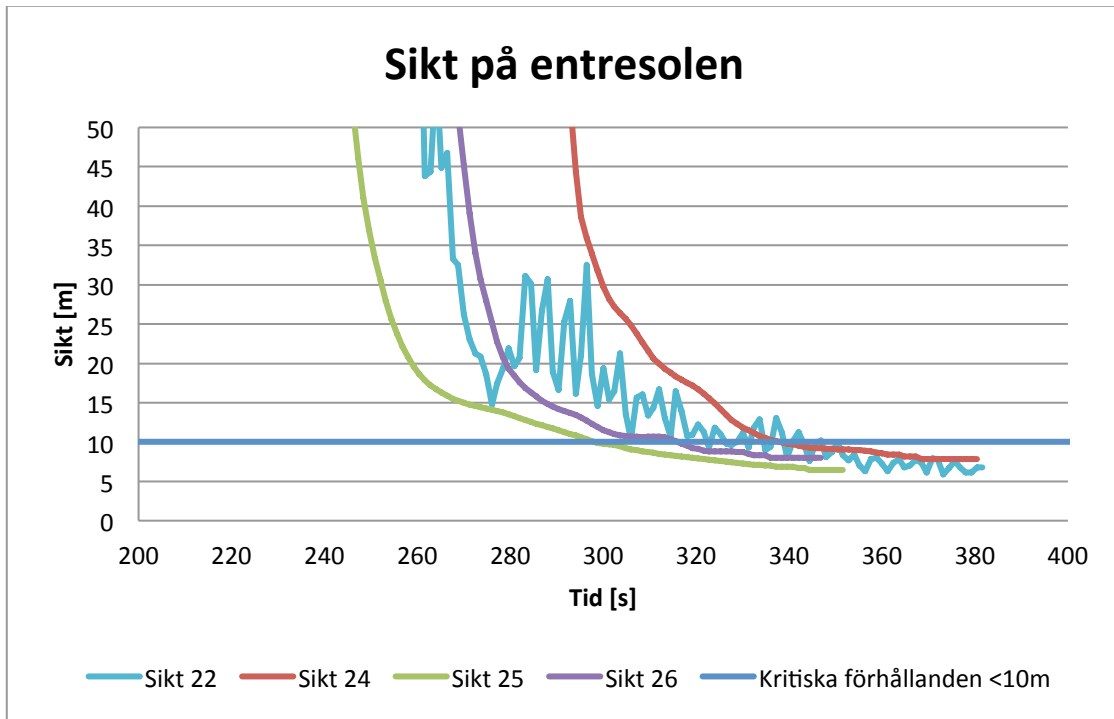


Figur 8.11. Temperaturen vid New Orleans gästutrymme på höjden 2,05 meter.

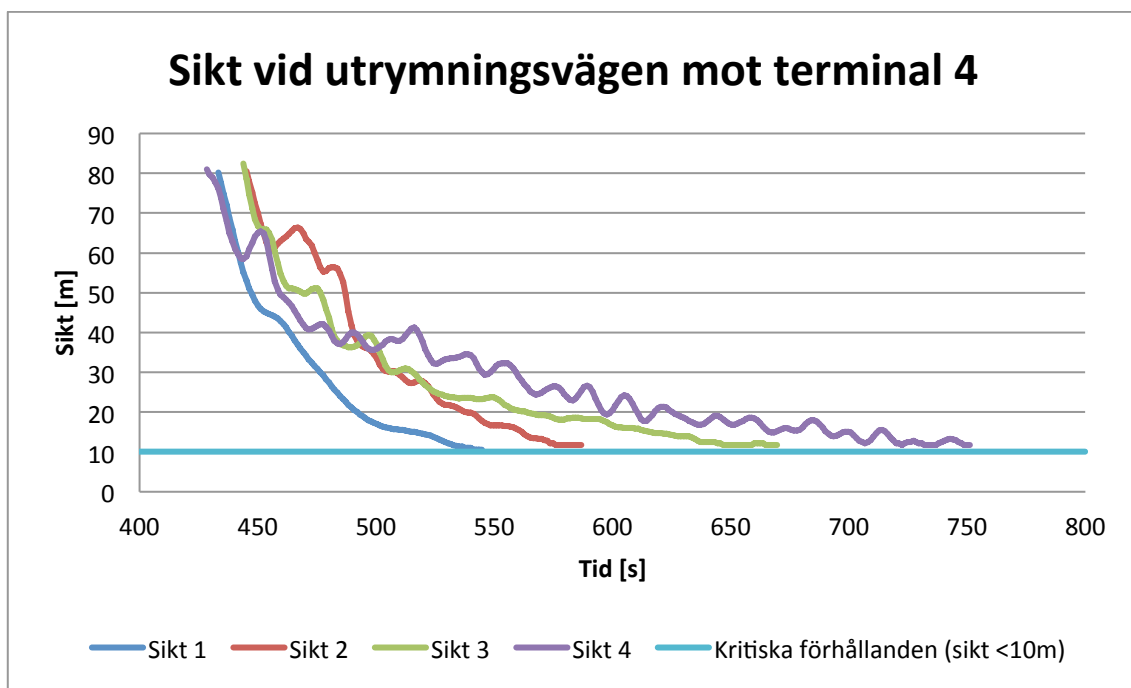
Figur 8.11 visar temperaturen på höjden 2,05 meter över golvet, mätt tre meter rakt ut från mitten av köksöppningen, det vill säga ungefär i mitten av gästutrymmet. Temperaturen beror på det sjunkande brandgaslagret och är därför relativt likvärdig över hela planet. Diagrammet visar att temperaturen når toppar över 80 °C efter cirka 5 minuter. Få människor är så pass långa som två meter och det stabiliserar inte kring 80 °C förrän efter cirka 10 minuter. Tiden till kritiska förhållanden sätts dock konservativt till 5 minuter.

### 8.5.1.2 Sikt

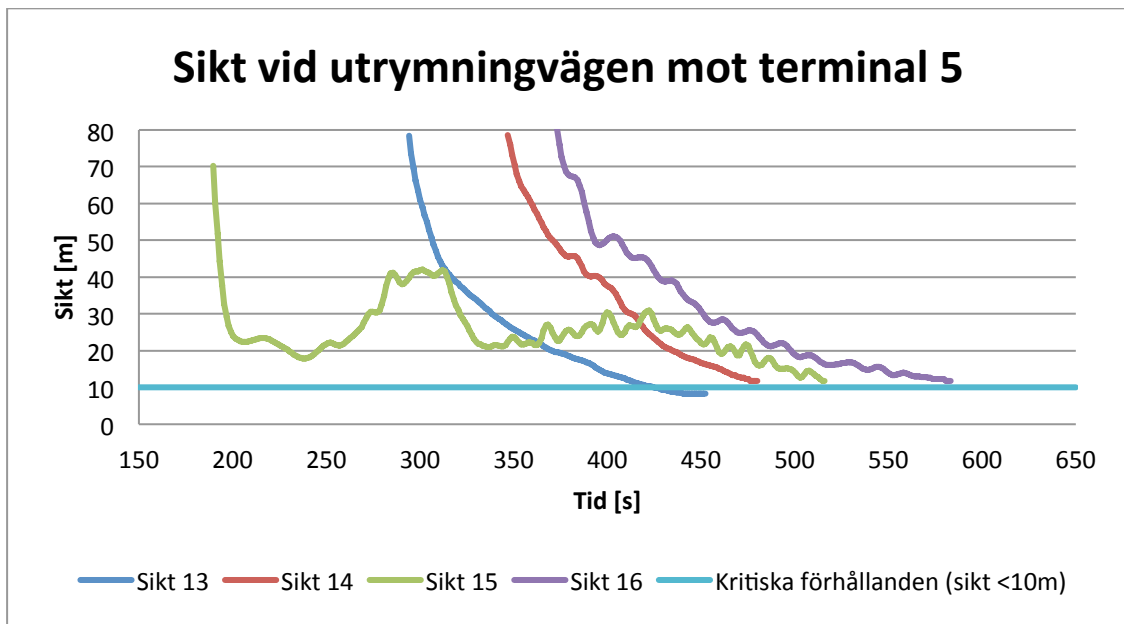
Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt i fallet där sprinkler inte fungerar redovisas i detta avsnitt. Siktbarheten mot genomlysta utrymningsskyltar beräknas som funktion av tid och redovisas nedan för de mätpunkter där sikten understiger 10 meter vid någon tidpunkt av simuleringen. Indata och beräkningsgång redovisas i bilaga E och mätpunkternas placering kan ses i figur 8.3.



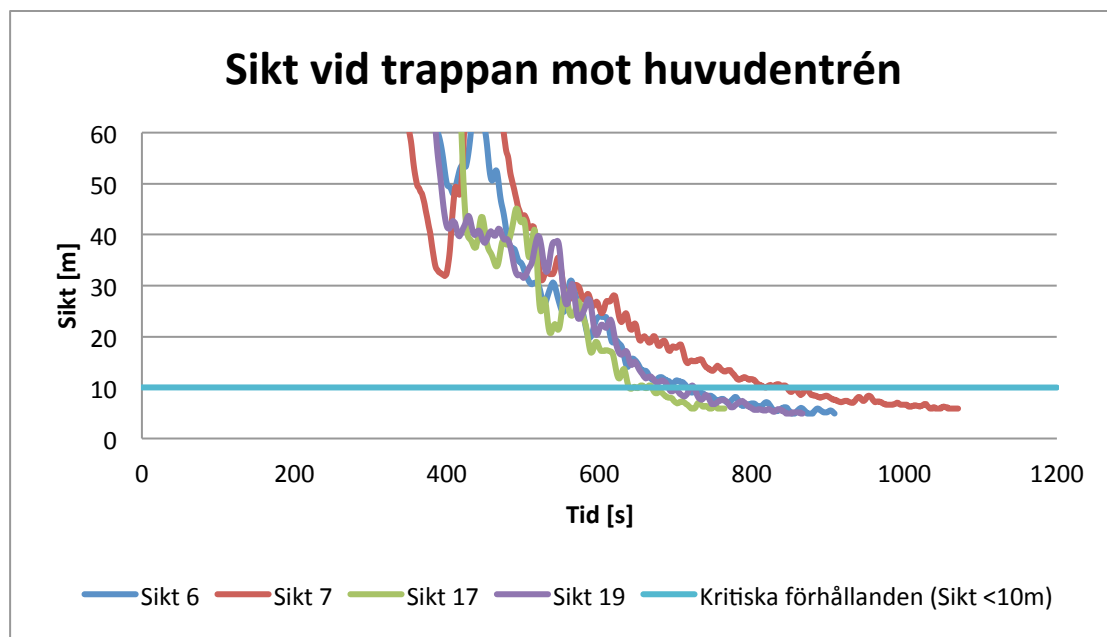
Figur 8.12. Siktbarhet i olika mätpunkter på entresolen.



Figur 8.13. Siktbarhet i olika mätpunkter vid utrymningsvägen mot terminal 4.



Figur 8.14. Siktbarhet i olika mätpunkter vid utrymningvägen mot terminal 5.

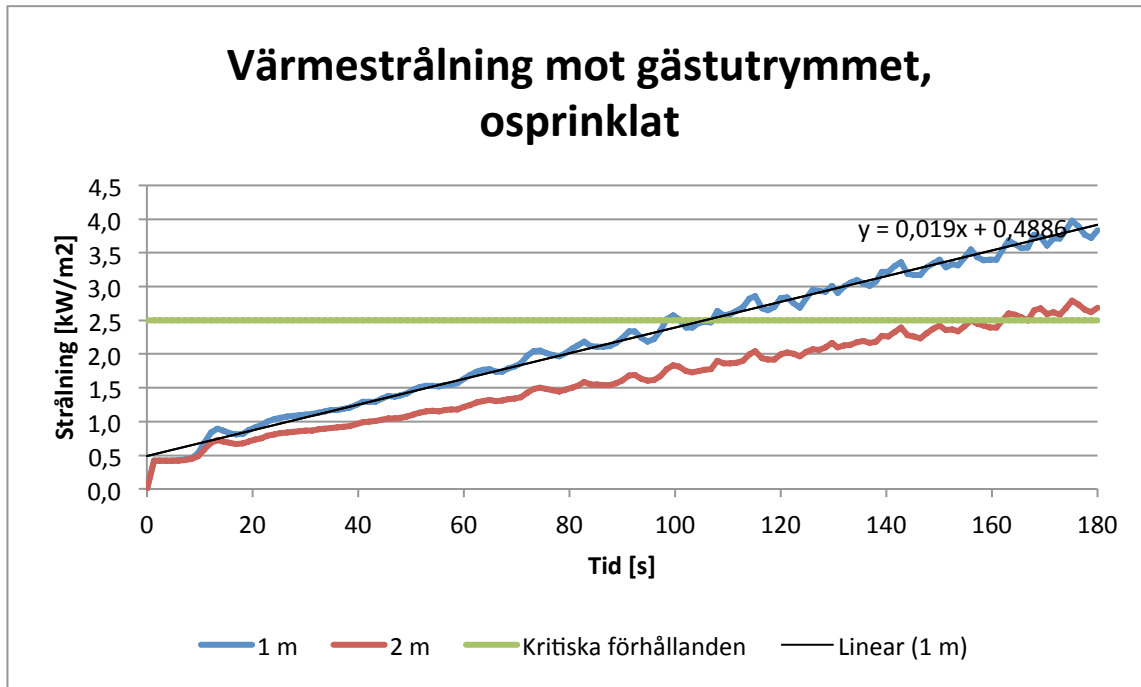


Figur 8.15. Siktbarhet på Plazan vid trappan mot huvudentrén.

I figur 8.12 ses att sikten understiger 10 meter efter ungefär fem minuter. Mätpunkt Sikt 22 uppvisar stora fluktuationer eftersom den är placerad nära branden. I figur 8.13 och 8.14 bryts graferna då sikten är ganska precis 10 meter vilket innebär som nämnts ovan att beräkningsmodellen inte kan hantera efterföljande värden och sikten blir obefintlig. Slutsatsen dras således att kritiska förhållanden nås efter ungefär cirka 9 minuter vid terminal 4 respektive 7 minuter vid terminal 5. Figur 8.15 visar att sikten understiger 10 meter efter cirka 11,5 minuter. I ett inledande skede väljs konservativt 7 minuter som tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt då utrymning av hela Sky City analyseras. Om detta leder till en negativ tidsmarginal undersöks huruvida personer faktiskt befinner sig vid respektive utrymningväg då kritiska förhållanden uppnås vid densamma.

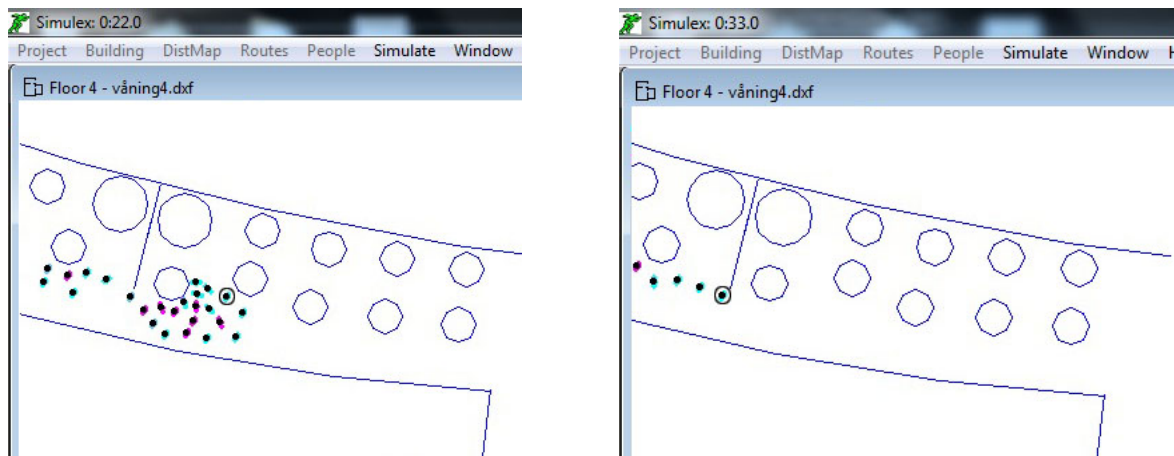
### 8.5.1.3 Värmestrålning

Värmestrålningen mäts i samma mätpunkt som i avsnitt 8.2.3, det vill säga en respektive två meter rakt ut från mitten av öppningen till köket på 1,55 meters höjd och redovisas i figur 8.16.



Figur 8.16. Värmestrålning mot New Orleans gästutrymme på olika avstånd, osprinklat fall.

I det givna scenariot antas branden blockera passagen mot trappan till huvudentrén vilket innebär att människor som utrymmer New Orleans gästutrymme måste passera relativt nära branden på grund av den avskiljande väggen mot nästa restaurang. Figur 8.16 visar strålningen på en respektive två meters avstånd men människor bedöms inte röra sig så nära branden förrän under förflyttningen eftersom de först då kan uppstå en situation där de tvingas passera på en meters avstånd. I figur 8.17 följs den person som tar längst tid på sig att förflytta sig från gästutrymmet, vilket är 10 sekunder. I ett värsta troliga fall är detta de sista 10 sekunderna av utrymningen, det vill säga då strålningen är som högst.



Figur 8.17. Bildsekvens ur Simulex som visar den längsta tid en person behöver för att förflytta sig från

gästutrymmet.

Genom att approximera grafen för en meters avstånd i figur 8.16 linjärt kan linjens ekvation tas fram i excel, vilken ses i figuren. Strålningsdosen för de sista 10 sekunderna kan nu bestämmas genom att integrera kurvan mellan 170 och 180 sekunder och subtrahera dosen som understiger 1 kW/m<sup>2</sup>.

$$\int_{170}^{180} (0,019 * t + 0,4886 - 1) dt \approx 30 \text{ kJ/m}^2$$

Den maximala strålningsdosen en person kan utsättas för vid utrymning av gästutrymmet blir således cirka 30 kJ/m<sup>2</sup>, vilket enligt avsnitt 6.2 inte är kritiskt.

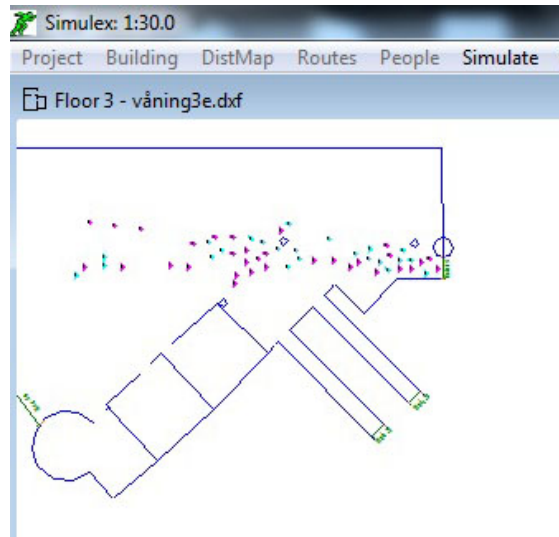
#### 8.5.1.4 Tidsmarginal

Kritiska förhållanden uppstår efter cirka 7 minuter vid utrymningsvägen mot terminal 5 vilket konservativt används vid tidsmarginalsberäkningen för utrymning av hela Sky City. På entresolen och därmed även vid gästutrymmet nås kritiska förhållanden efter cirka 5 minuter. Utrymningstiden är i ett värsta troliga fall densamma som i avsnitt 8.3. För att en utrymning ska anses säker måste tiden till kritiska förhållanden överstiga utrymningstiden. Den beräknade tidsmarginalen redovisas i tabell 8.5 och om tidsmarginalen är negativ analyseras den vidare.

Tabell 8.5. Tidsmarginal om sprinklersystemet inte fungerar.

| Plats                   | Tid till kritiska förhållanden | Utrymningstid | Tidsmarginal |
|-------------------------|--------------------------------|---------------|--------------|
| Hela Sky City           | 7 min                          | 9,5 min       | -2,5 min     |
| New Orleans gästutrymme | 5 min                          | 3 min         | 2 min        |
| Entresolen              | 5 min                          | 8 min         | -3 min       |

Tidsmarginalen blir negativ vid utrymning av hela Sky City och från entresolen och dessa analyseras därför vidare. Vid utrymning från entresolen uppstår kritiska förhållanden efter cirka 5 minuter, figur 8.9 visar att en stor mängd människor fortfarande inte hunnit utrymma efter 6,5 minuter och en säker utrymning kan således inte säkerställas i detta fall. Vid utrymning av hela Sky City har tiden till kritiska förhållanden satts till 7 minuter, vilket är då sikten blir obefintlig vid utrymningsvägen mot terminal 5. Huruvida personer verkligen befinner sig vid utrymningsvägen efter 7 minuter undersöks med hjälp av Simulex. Den tid som är av intresse är 7 minuter minus tiden för varseblivning och förberedelse, det vill säga 1,5 minut.



Figur 8.18. Situationen vid utrymningsvägen mot terminal 5 efter 7 minuter.

Figur 8.18 visar att relativt mycket människor inte hunnit utrymma då kritiska förhållanden uppnås vid utrymningsvägen mot terminal 5. En säker utrymning kan således inte säkerställas heller i detta fall.

### 8.5.2 Utrymningstid

I detta avsnitt analyseras hur variationer i varseblivning, förberedelsestid och förflyttningstid påverkar tidsmarginalen i både det sprinklade och det osprinklade fallet.

Varseblivningstiden för personer som befinner sig på gästutrymmet kan vara så snabb som noll sekunder då en brand i bästa fall kan upptäckas på en gång. Den maximala varseblivningstiden nås i det fall då personer uppfattar att något hänt först då utrymningslarmet lyder. Den längsta varseblivningstiden som kan inträffa är tiden tills branden detekteras plus tiden till ett beslut om att starta utrymningslarmet. Larmlagringen bör inte vara mer än 6 minuter enligt Brandskyddsföreningens rekommendationer (Brandskyddsföreningen, 2011). Varseblivningstiden kan således variera mellan 0 och 6,5 minuter för hela Sky City. För gästutrymmet är varseblivningstiden mellan 0 och 0,5 minuter, då den värsta tiden antas vara tiden till detektoraktivering och för entresolen bedöms varseblivningstiden variera mellan tiden till detektoraktivering och den maximala, det vill säga mellan 0,5 och 6,5 minuter.

Personalen på Sky City är instruerade att förbereda sig när det interna larmet går för att när sedan utrymningslarmet aktiverats instruera personer vid utrymningen. Personers auktoritet är en faktor som påverkar människors beteende vid utrymning och avsevärt förkortar förberedelsestiden (Frantzich, 2001). Baserat på dessa resonemang bedöms förberedelsestiden i bästa fall vara 30 sekunder. Den maximala förberedelsestiden bedöms inte vara längre än de två minuter som används i rapporten eftersom personalen är instruerade att hjälpa till vid utrymning. Förberedelsestid kan således variera mellan 0,5 och 2 minuter.

Förflyttningstiden bedöms i ett bästa fall baseras på ett personantal på 600 personer då samtliga utrymningsvägar används. Detta ger enligt simulering i Simulex en förflyttningstid

på cirka 2 minuter, se bilaga C. Under dessa förutsättningar tar förflyttningen från gästutrymmet 20 sekunder och förflyttning från hela entresolen tar cirka 1 minut. I ett sämsta fall används 900 personer som endast utrymmer mot terminal 4 och terminal 5. Huvudentrén används inte eftersom en kraftig brand i New Orleans, som ligger alldeles intill, kan göra att personalen hänvisar folk bort från branden. De flesta personerna på Plazan bedöms dessutom ha kommit in från terminal 4 eller terminal 5 och väljer därför troligen dessa även vid utrymning, se avsnitt 6.3 för teori. Förflyttningstiden under dessa förutsättningar blir cirka 5 minuter för hela Sky City, från gästutrymmet 0,5 minuter och från hela entresolen cirka 2,5 minuter, se bilaga C. Variationen av utrymningstiden med avseende på resonemanget ovan redovisas i tabell 8.6.

Tabell 8.6. Variation av ingående delar av utrymningstiden.

| Plats                   | Varseblivning | Förberedelse | Förflyttning  | Totalt              |
|-------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------------|
| Hela Sky City           | 0,5 – 6,5 min | 0,5 – 2 min  | 2 – 5 min     | <b>3 – 13,5 min</b> |
| New Orleans gästutrymme | 0 – 0,5 min   | 0,5 – 2 min  | 0,3 – 0,5 min | <b>0,8 – 3 min</b>  |
| Entresolen              | 0,5 – 6,5 min | 0,5 – 2 min  | 1 – 2,5 min   | <b>2 – 11 min</b>   |

Tabellen visar att den totala utrymningstiden varierar kraftigt beroende på olika ingående faktorer, där varseblivningen har störst inverkan. I tabell 8.7 och 8.8 beräknas tidsmarginalen i ett bästa, sämsta och det värsta troliga fall som använts i analysen i fallet då sprinkler fungerar samt då det inte fungerar.

Tabell 8.7. Tidsmarginal då sprinkler fungerar.

| Plats                   | Tidsmarginal för respektive fall |                |         |
|-------------------------|----------------------------------|----------------|---------|
|                         | Bästa                            | Värsta troliga | Sämsta  |
| Hela Sky City           | 17 min                           | 10,5 min       | 6,5 min |
| New Orleans gästutrymme | 14,2 min                         | 12 min         | 12 min  |
| Entresolen              | 13 min                           | 7 min          | 4 min   |

Tabell 8.8. Tidsmarginal då sprinkler inte fungerar.

| Plats                   | Tidsmarginal för respektive fall |                |          |
|-------------------------|----------------------------------|----------------|----------|
|                         | Bästa                            | Värsta troliga | Sämsta   |
| Hela Sky City           | 4 min                            | -2,5 min       | -6,5 min |
| New Orleans gästutrymme | 4,2 min                          | 2 min          | 2 min    |
| Entresolen              | 3 min                            | -3 min         | -6 min   |

Känslighetsanalysen visar att sprinklersystemet har störst inverkan på resultatet och att tidsmarginalen då sprinkler fungerar är positiv även i det sämsta fallet av den totala utrymningstiden. Om sprinklersystemet däremot inte skulle fungera uppnås negativ tidsmarginal vid utrymning av hela Sky City samt från entresolen i både det sämsta och det värsta troliga fallet. Osäkerheter, riskvärdering och åtgärdsförslag redovisas i kapitel 11-13.



## 9 Analys av brandscenario två – Pocket Shop

I det valda brandscenariot begränsas den maximala effektutvecklingen av sprinklersystemet till 1050 kW efter cirka 40 sekunder. I detta kapitel följer handberäkningar och resultat från simuleringar för effektutveckling, tid till kritiska förhållanden, utrymningstid samt känslighetsanalyser. Då tiden för utrymning beräknas antas enligt resonemang i bilaga C att endast utrymningsvägarna mot huvudentrén, terminal 4 och terminal 5 användas. I nedanstående avsnitt kontrolleras även hur tillgängligheten av dessa påverkas av det valda brandscenariot.

### 9.1 Effektutvecklingsberäkningar

Likt brandscenariot i New Orleans antas sprinklern konservativt inte kunna begränsa branden utan endast stoppa dess tillväxt. För att kunna beräkna vid vilken effekt sprinklern aktiverar måste först en effektkurva för ett osprinklat fall tas fram. I det valda brandscenariot väljs med stöd från statistiken som presenterats i kapitel 7 en anlagd brand som brandorsak, i detta fall med en liter bensin som kastas mot mitten av två bokhyllor som står sida mot sida i butiken. Bensinen brinner med en mycket hög tillväxthastighet och når sin maxeffekt på 1 MW efter dryga 10 sekunder enligt ekvation 8 (Richards, 2008).

$$t_{topp} = 11 + \frac{1000}{700} = 12,4 \text{ s} \quad \text{Ekvation (8)}$$

Effektutvecklingen når sin topp efter 12,4 sekunder och sjunker därefter (Richards, 2008). Bokhyllan bedöms antända vid tiden noll och den totala effekten antas därefter inte sjunka under vätskebrandens maximala effektutveckling. Detta antagande görs eftersom bensinen troligtvis höjer det totala brandförloppets tillväxthastighet då trä och böcker blir indränkta, men att kvantifiera detta enbart med hjälp av handberäkningsmodeller är mycket svårt.

Vid försök med en fylld bokhylla med måtten  $0,64 \times 0,38 \times 1,22 \text{ m}^3$  har effekten 900 kW uppmätts efter cirka 270 sekunder (Särdqvist, 1993), vilket ger en tillväxthastighet på  $0,012 \text{ kW/s}^2$ . Dessa värden bedöms representera en brand i Pocket Shop och vid den inledande vätskebranden antas de två bokhyllorna antända samtidigt. Tillväxthastigheten blir således den dubbla,  $0,024 \text{ kW/s}^2$ . Hur brandspridning sker i butiken är svårt att uppskatta och tillväxthastigheten bedöms därför vara konstant till dess att branden blir ventilationskontrollerad alternativt att övertändning sker. Rummets maximala effektutveckling med avseende på syretillförseln beräknas med ekvation 3 och ekvation 4, där  $A = 11,25 \text{ m}^2$  och  $H_0 = 2,5 \text{ m}$ . Den maximala effektutvecklingen multipliceras med 0,6 enligt tidigare resonemang i avsnitt 8.1.

$$\dot{m}_a = 0,5 * 11,25 * \sqrt{2,5} \approx 8,9 \text{ kg/s} \quad \text{Ekvation (3)}$$

$$\dot{Q}_{max} = 0,6 * 0,23 * 8,9 * 13,1 \approx 16 \text{ MW} \quad \text{Ekvation (4)}$$

Tiden till övertändning vid effektutvecklingen i respektive tidssteg beräknas med ekvation 7 där  $k_{pc} = 5,8 * 10^5 \text{ W}^2\text{s/m}^4\text{K}^2$ ,  $A_T = 200 \text{ m}^2$ ,  $A_O = 10,5 \text{ m}^2$  och  $H_0 = 1,5 \text{ m}$ . Resultatet redovisas tillsammans med det ventilationskontrollerade brandscenariot i figur 9.2.

Övertändning sker efter cirka 370 sekunder.

$$\dot{Q}_{FO} = 610 \left( \sqrt{\frac{5,8 \cdot 10^5}{t}} * 200 * 10,5 * \sqrt{1,5} \right)^{1/2} \quad \text{Ekvation (7)}$$

Effektkurvan kan nu användas för beräkning av tid till sprinkleraktivering med Detact QS, vilket ger att sprinklern aktiveras efter cirka 40 sekunder, se figur 9.1. Branden antas börja på längsta möjliga avstånd från ett sprinklerhuvud och den beräknade effektutvecklingskurvan redovisas i figur 9.2.

```

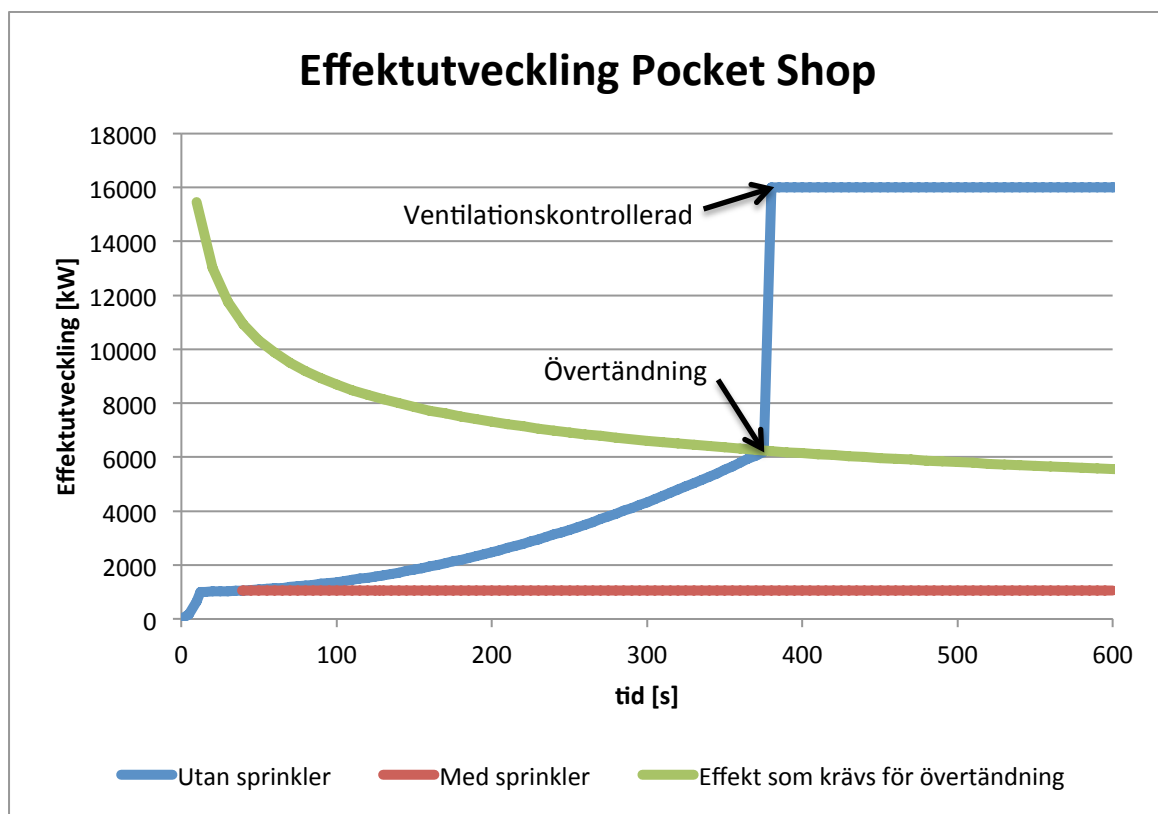
CEILING HEIGHT= 2.49936 m    8.2 ft
RADIUS= 1.499616 m    4.92 ft
DET ACT TEMP= 68.33334 C    155 F
RTI = 134.986 (m*s)^(1/2)    244.5 (ft*s)^(1/2)

TIME      FIRE    GAS TEMP  DET TEMP  GAS TEMP  DET TEMP
sec       kW        C         C         F         F
0.0       0.0       20.0     20.0     68.0     68.0
10.0     650.0     130.6    24.1     267.1    75.5
20.0     1014.8    185.8    40.0     366.4    104.0
30.0     1033.3    187.7    55.5     369.9    131.9

**** DETECTOR ACTUATION AT 39.0 SECONDS ****

```

Figur 9.1. Tid till sprinkleraktivering beräknat med Detact QS.



Figur 9.2. Den beräknade effektutvecklingskurvan för brandscenariot i Pocket Shop

## 9.2 Tid till kritiska förhållanden

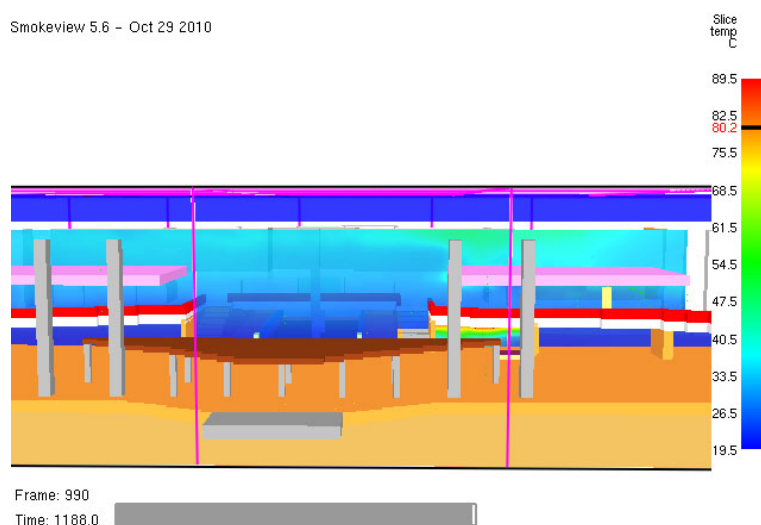
Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår kontrolleras med avseende på sikt, temperatur och värmestrålning enligt Boverkets rekommendationer enligt resonemang i avsnitt 6.2. Brandscenariot simuleras i en FDS-simulering över 1200 sekunder med en geometri enligt figur 8.3. Modellens uppbyggnad, förenklingarna och osäkerheter diskuteras ingående i bilaga E. Ett brandscenario i Pocket bedöms kunna utsätta människor för fara efter olika lång tid beroende på var de befinner sig. Personer som uppehåller sig i butiken kan utrymma direkt till annan brandcell och bedöms inte behöva uppehålla sig i butiken tillräckligt länge för att kritiska förhållanden ska hinna uppstå, detta analyseras därför inte vidare. I det givna scenariot undersöks huruvida kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt och temperatur på entresolen samt i någon av de tre använda utrymningsvägarna. Dessutom undersöks särskilt hur New Orleans gästutrymme påverkas eftersom detta ligger rakt ovanför Pocket Shop där brandgaser kan ansamlas under seglet. De mätpunkter som analyseras med avseende på sikt i FDS är markerade i figur 8.3. I det givna scenariot uppstår inte kritiska förhållanden under den simulerade tiden varför dessa sätts till 20 minuter, då simuleringen upphör. Dessa redovisas i för respektive plats i tabell 9.1 och slutsatser och resultat från simuleringarna beskrivs i avsnitt 9.2.1 - 9.2.3.

Tabell 9.1. Tid till kritiska förhållanden.

| Plats                   | Tid    |
|-------------------------|--------|
| Hela Sky City           | 20 min |
| Gästutrymme New Orleans | 20 min |
| Entresolen              | 20 min |

### 9.2.1 Temperatur

Kritiska förhållanden bedöms uppstå då temperaturen överstiger 80 °C enligt avsnitt 6.2. Det simulerade scenariot studeras i Smokeview efter 20 minuter på motsvarande sätt som i avsnitt 8.2.1. I figur 9.3 ses att temperaturen inte når 80 °C någonstans i Sky City och kritiska förhållanden uppstår således inte med avseende på temperatur.



Figur 9.3. Temperaturen efter 20 minuter av simuleringen i FDS.

### 9.2.2 Sikt

Kritiska förhållanden bedöms uppstå då sikten är mindre än 10 meter eller mindre än 5 meter vid köbildning enligt avsnitt 6.2. Beräkningar visar att sikten inte understiger 10 meter i någon mät punkt någon gång under simuleringen och kritiska förhållanden med avseende på sikt uppstår således inte i det givna brandscenariot. Indata och beräkningsgång redovisas i bilaga E och mätpunkternas placering kan ses i figur 8.3.

### 9.2.3 Värmestrålning

Brandens värmestrålning analyseras inte i det givna scenariot eftersom personer som uppehåller sig i branden närhet bedöms flytta sig till en säker plats på Plazan om de känner av strålningen.

## 9.3 Utrymning

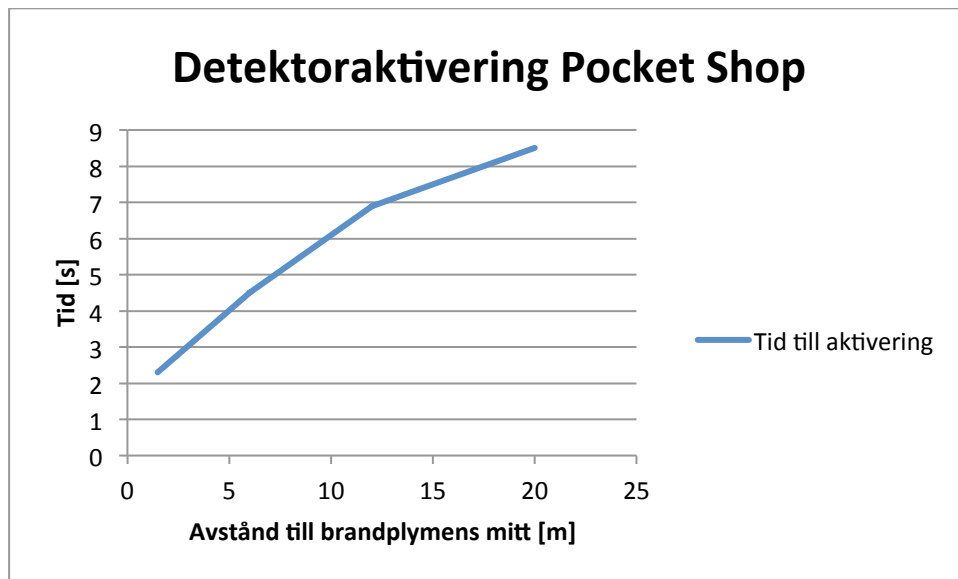
Tiden för utrymning beror enligt avsnitt 6.3 på olika faktorer. Den totala tiden fås genom att lägga ihop varseblivningstiden, förberedelse tiden och förflyttningstiden och redovisas i tabell 9.2. Tabellen visar den totala tiden det tar för människor att förflytta sig från de platser där tiden till kritiska förhållanden beräknats i avsnitt 9.2. Utrymningstiden är ett värsta troliga fall och respektive ingående del redovisas i detta kapitel.

Tabell 9.2. Total utrymningstid för olika platser i händelse av brand i Pocket Shop.

| Plats                   | Varseblivning | Förberedelse | Förflyttning | Totalt          |
|-------------------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|
| Hela Sky City           | 3 min         | 2 min        | 3 min        | <b>8 min</b>    |
| New Orleans gästutrymme | 3 min         | 2 min        | 0,25 min     | <b>5,25 min</b> |
| Entresolen              | 3 min         | 2 min        | 1,5 min      | <b>6,5 min</b>  |

### 9.3.1 Varseblivningstid

Varseblivningstiden består som nämnt i avsnitt 6.3.1 av tiden det tar från det att branden startat till dess att individen uppmärksammat att något har hänt. Denna skiljer sig för respektive individ beroende på var de befinner sig och i detta avsnitt antas varseblivningstiden konservativt vara tiden till dess att utrymningsordern ges för samtliga. Personer som uppehåller sig i närheten, eller rent av i Pocket Shop kommer naturligtvis att upptäcka branden tidigare. Deras specifika varseblivningstid är dock inte av intresse eftersom de i ett inledande skede endast bedöms förflytta sig från Pocket Shops absoluta närhet och påbörjar inte utrymning förrän utrymningsordern getts. Tiden till dess att utrymningsordern ges är tiden till detektoraktivering plus tiden för larmlagring. Eftersom brandens inledande förlopp näst intill är momentant blir tiden till detektoraktivering mycket kort. Det längsta avståndet till en rökdetektor bedöms likt i kapitel 8 vara 5 meter och ett värsta troliga fall ger därför ur figur 9.4 en beräknad tid till aktivering på cirka fem sekunder. Fullständig beräkning och indata värden för Detact QS återfinns i bilaga D.



Figur 9.4. Aktiveringstid för en rökdetektor beroende på avstånd till branden.

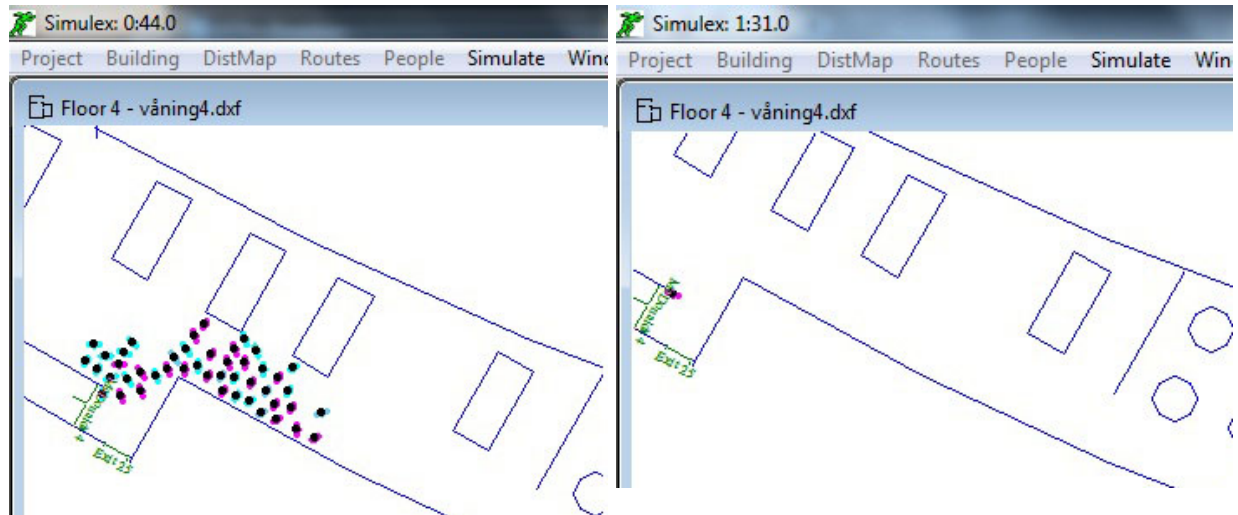
Larmlagringstiden bedöms likt i New Orleans-scenariot vara tre minuter i det värsta troliga fallet. Eftersom detektoraktiveringen sker näst intill momentant ger detta en varseblivningstid på cirka tre minuter.

### 9.3.2 Förberedelsetid

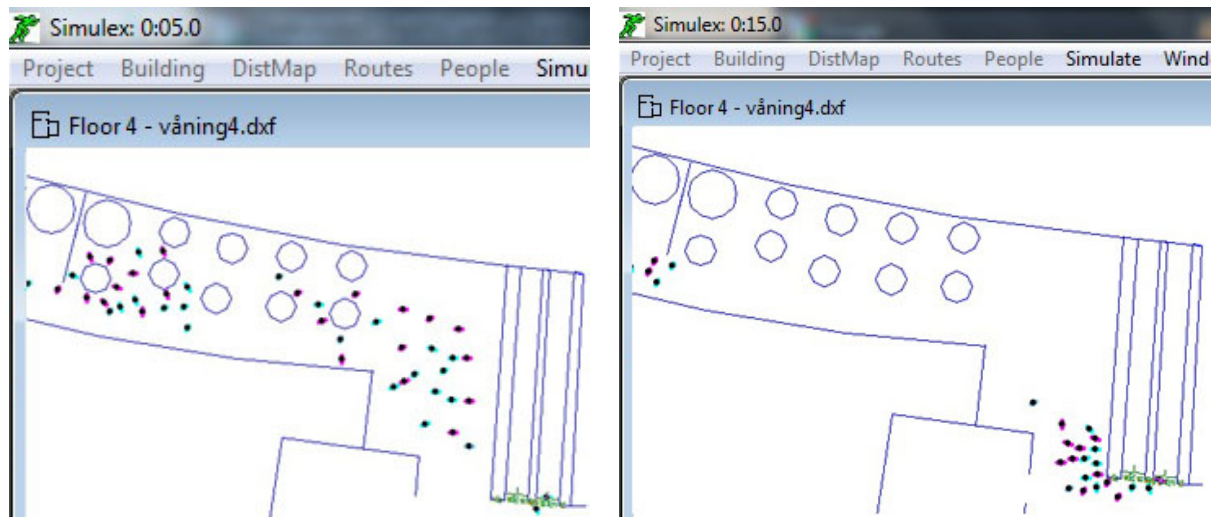
Sky City har ett talat utrymningsmeddelande och anses representera ett varuhus, vilket enligt boverkets rekommendationer ger en generell förberedelsetid på två minuter (Boverket III, 2011).

### 9.3.3 Förflyttningstid

Förflyttningstiden simuleras i Simulex, som presenteras i bilaga A. I ett värsta troliga fall simuleras förflyttning av 900 personer från restaurang- och shoppingdelen av Sky City enligt resonemang i avsnitt 8.3 och fullständig indata redovisas i bilaga C. Branden i Pocket Shop förhindrar inte användandet av trapporna mot huvudentrén och simuleringen utförs därför med samtliga tre utrymningsvägar tillgängliga. Detta ger en förflyttningstid för utrymning av hela Sky City på cirka tre och en halv minut, förflyttning från entresolen tar en och en halv minut, se figur 9.5 och från gästutrymmet på New Orleans cirka 15 sekunder vilket ses i figur 9.6.



Figur 9.5. Förflyttningstid från entresolen, ögonblicksbilder efter 44 s respektive 1,5 minut.



Figur 9.6. Förflyttningstid från New Orleans gästutrymme, ögonblicksbilder efter 5 respektive 15 s.

## 9.4 Tidsmarginal

Kritiska förhållanden uppstår inte under den simulerade tidsperioden på 20 minuter vid någon av de analyserade platserna och tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår sätts därför konservativt till 20 minuter. För att en utrymning ska anses säker måste tiden till kritiska förhållanden överstiga utrymningstiden. Den beräknade tidsmarginalen redovisas i tabell 9.3 och om tidsmarginalen är negativ analyseras den vidare.

Tabell 9.3. Tidsmarginal.

| Plats                   | Tid till kritiska förhållanden | Utrymningstid | Tidsmarginal     |
|-------------------------|--------------------------------|---------------|------------------|
| Hela Sky City           | 20 min                         | 8 min         | <b>12 min</b>    |
| New Orleans gästutrymme | 20 min                         | 5,25 min      | <b>14,75 min</b> |
| Entresolen              | 20 min                         | 6,5 min       | <b>13,5 min</b>  |

## 9.5 Känslighetsanalys

I detta avsnitt analyseras vad som händer om sprinklersystemet inte skulle fungera samt hur tidsmarginalen påverkas då varseblivning, förberedelsetid och förflyttningstid varierar. Brandens parametrar kan inte känslighetsanalyseras på grund av kapacitetsbrist. För de platser där tiden till kritiska förhållanden bestämts görs däremot analyser med avseende på gridoberoende vilka redovisas i bilaga E.3. Dessa visar att mätningarna på entresolen och New Orleans gästutrymme är oberoende av simuleringarnas cellstorlek, däremot kan ett gridberoende resultat inte påvisas i mätpunkter vid utrymningsvägen mot terminal 4. Samma fel uppstod i kapitel 8 vilket stärker teorin att detta beror på cellstorleken. Analysen visar på avvikelser under vissa tidsperioder på mer än 20 %. Skillnaden minskar dock ungefär 100 sekunder före tiden då kritiska förhållanden inträffar varför känslighetsanalysen visar att det använda värdet är godtagbart.

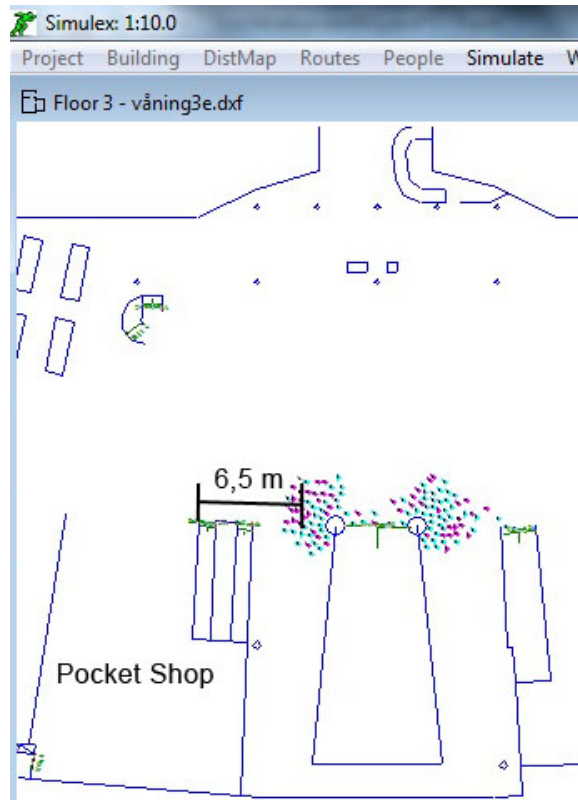
### 9.5.1 Sprinklersystemet fallerar

Om sprinklersystemet skulle falla förändras tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt, temperatur och värmestrålning. Dessa bestäms genom att använda den framtagna effektkurvan i avsnitt 8.1 i en FDS-simulering på motsvarande sätt som i det sprinklade fallet. Resultaten redovisas i tabell 9.4 där tid och orsak är angivna. Slutsatser och resultat från simuleringarna beskrivs i avsnitt 9.5.1.1 - 9.5.1.3.

Tabell 9.4. Tid till kritiska förhållanden då sprinkler inte fungerar.

| Plats                   | Tid och orsak     |
|-------------------------|-------------------|
| Hela Sky City           | 10 min (Sikt)     |
| Gästutrymme New Orleans | 7 min (Strålning) |
| Entresolen              | 7,5 min (Sikt)    |

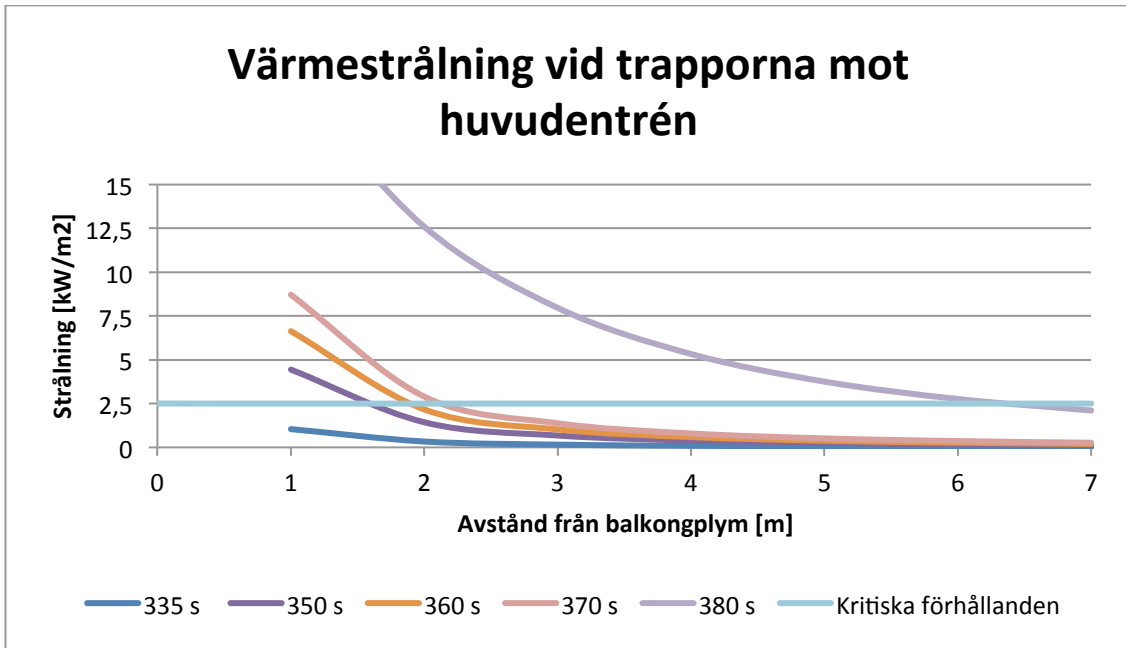
Vid brandscenariot då sprinkler inte fungerar sker en övertändning i Pocket Shop efter 370 sekunder, se avsnitt 9.1. Det innebär att lågor slår ut från butiken och för att veta om personer som befinner sig under utrymning påverkas av den strålning som detta medför kontrolleras om köbildning har uppstått vid trappan ner till huvudentrén, samt om personer fortfarande använder trappan närmast Pocket Shop från entresolen. Tiden som är av intresse i Simulex är då varseblivningstid, förberedelsetid och simuleringstid när 370 sekunder. Detta inträffar efter 70 sekunder och i figur 9.7 ses en ögonblicksbild vid denna tid.



Figur 9.7. Ögonblicksbild från Simulex då övertändning sker i Pocket Shop.

I simuleringarna har cirklar lagts in vid trappans kanter för att få ett mer rimligt flöde. Detta innebär att personerna i figuren i verkligheten skulle befinna sig närmare trappan. Dessutom är det inte troligt att personer i ett verkligt fall skulle köa endast vid trappans kanter, utan snarare trycka ihop sig mot mitten vilket minskar avståndet till branden något. Brandens strålning överstiger enligt figur 9.8  $2,5 \text{ kW/m}^2$  på avstånd närmare än 6,5 meter. Beräkningen redovisas i bilaga B. Avståndet 6,5 meter från kanten på Pocket Shop är markerat i figur 9.7 och baserat på ovanstående resonemang dras slutsatsen att personer i verkligheten inte står närmare än 6,5 meter då övertändning sker.



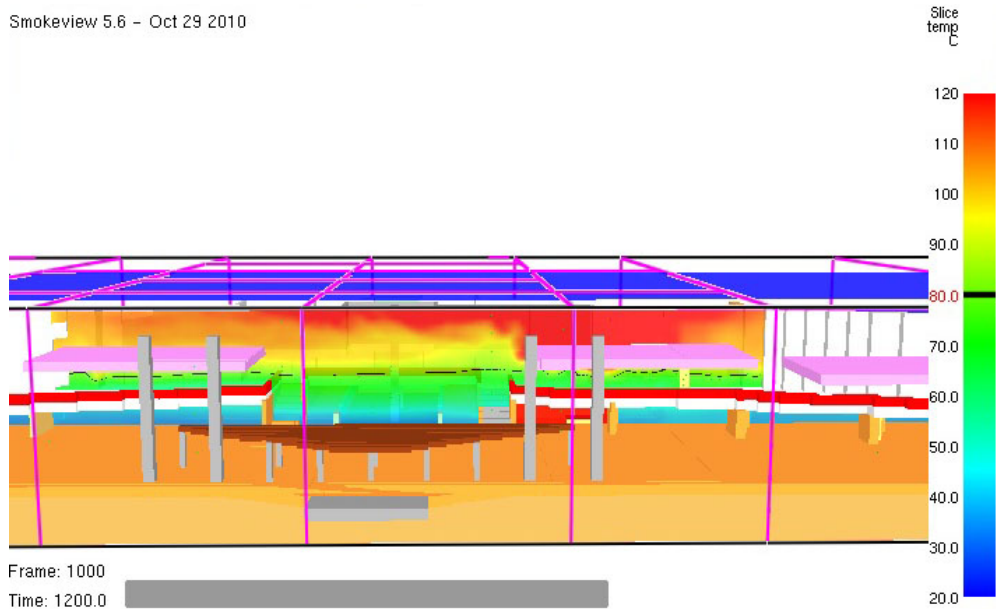


Figur 9.8. Värmestrålning mot trappan vid olika tider och avstånd.

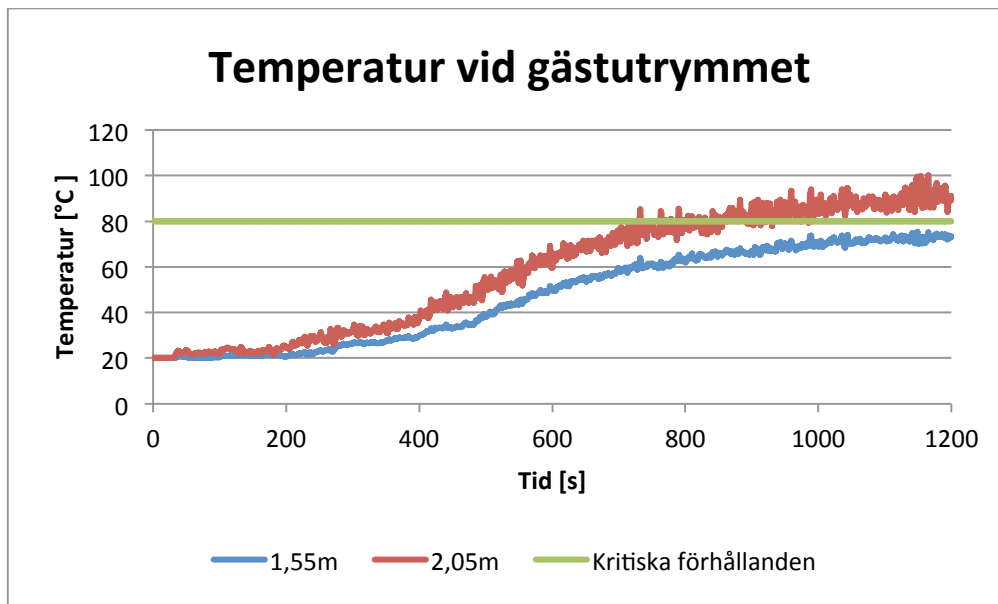
#### 9.5.1.1 Temperatur

På motsvarande sätt som tidigare studeras temperaturen i Smokeview efter 20 minuter, se figur 9.9. I figuren ses att temperaturen överstiger 80 °C på entresolen men inte på plan tre. Temperaturen analyseras därför mer noggrant på entresolen.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Figur 9.9. Temperaturen efter 20 minuter av simuleringen i FDS.

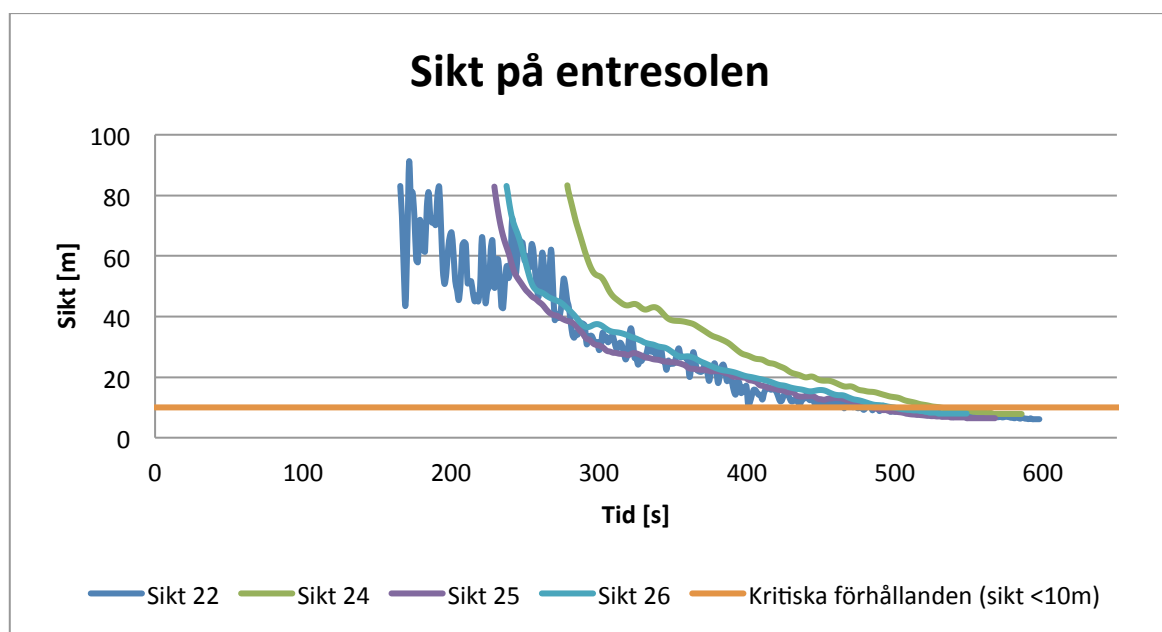


Figur 9.10. Temperaturen vid New Orleans gästutrymme på olika höjder.

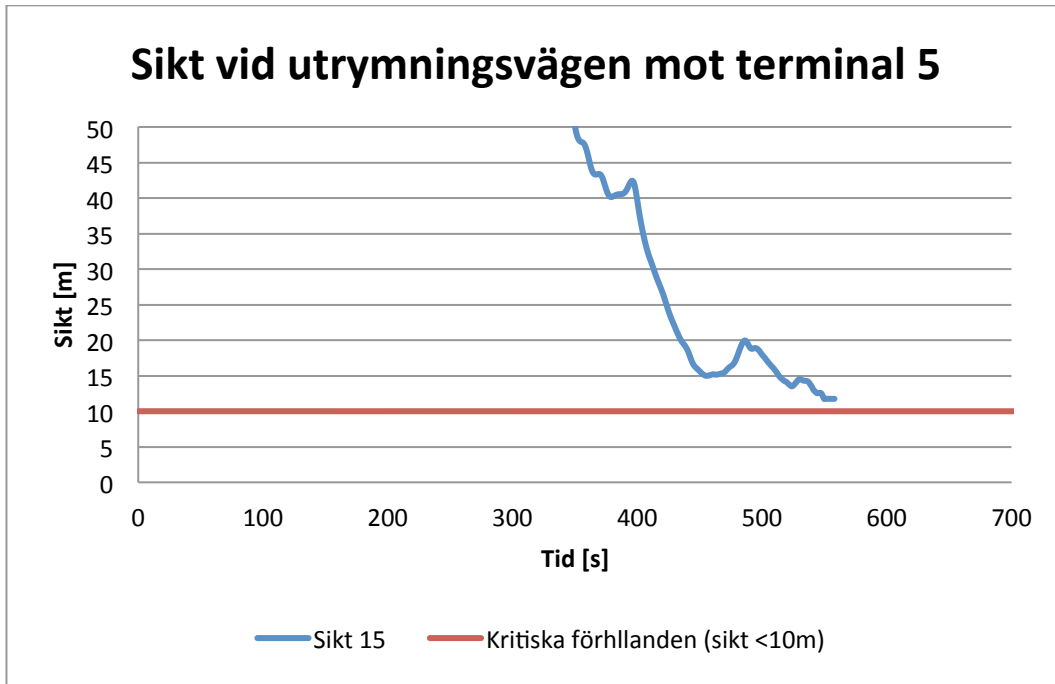
Figur 9.10 visar att temperaturen överstiger 80 °C vid gästutrymmet av New Orleans på två meters höjd efter cirka 12 minuter. Eftersom temperaturen till största del beror på det sjunkande brandgaslagret sätts tiden till kritiska förhållanden med avseende på temperatur till 12 minuter för hela entresolen.

#### 9.5.1.2 Sikt

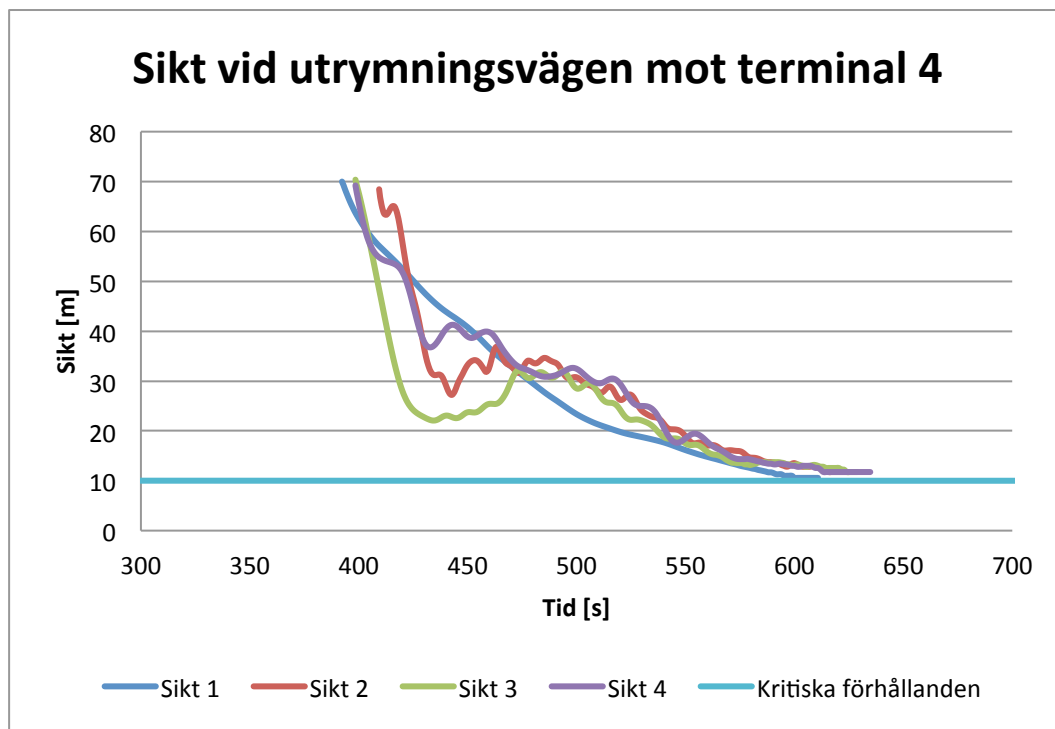
Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt i fallet där sprinkler inte fungerar redovisas med tabeller och diagram i detta avsnitt. Siktbarheten mot genomlysta utrymningsskyltar beräknas som funktion av tid och redovisas nedan för de mätpunkter där sikten understiger 10 meter vid någon tidpunkt av simuleringen. Indata och beräkningsgång redovisas i bilaga E och mätpunkternas placering kan ses i figur 8.3.



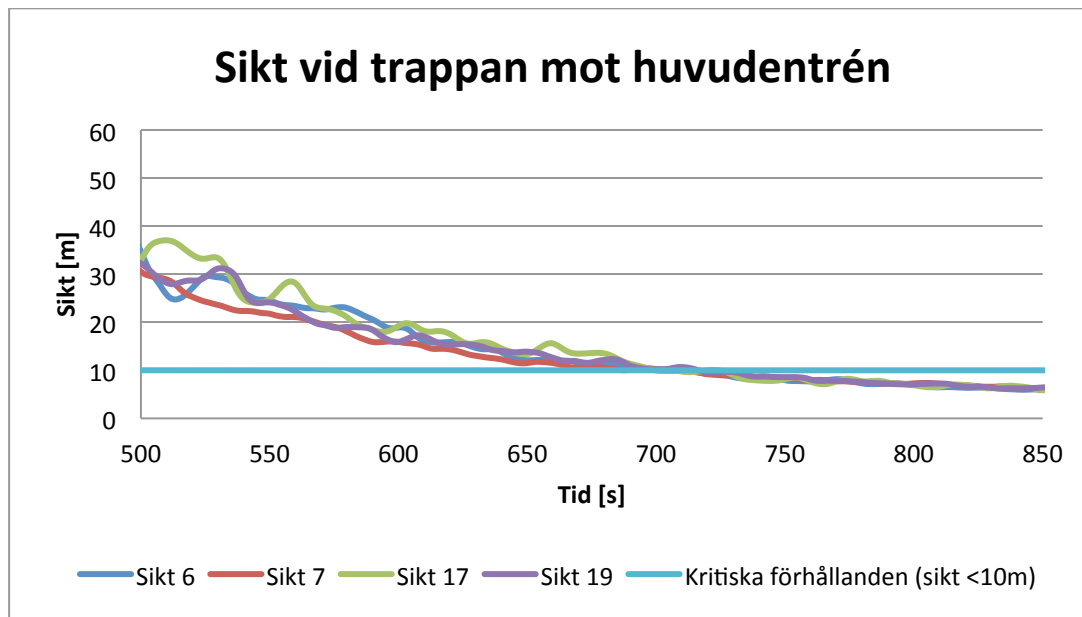
Figur 9.11. Siktbarhet i olika mätpunkter på entresolen.



Figur 9.12. Siktbarhet vid utrymningsvägen mot terminal 5.



Figur 9.13. Siktbarhet i olika mätpunkter vid utrymningsvägen mot terminal 4.

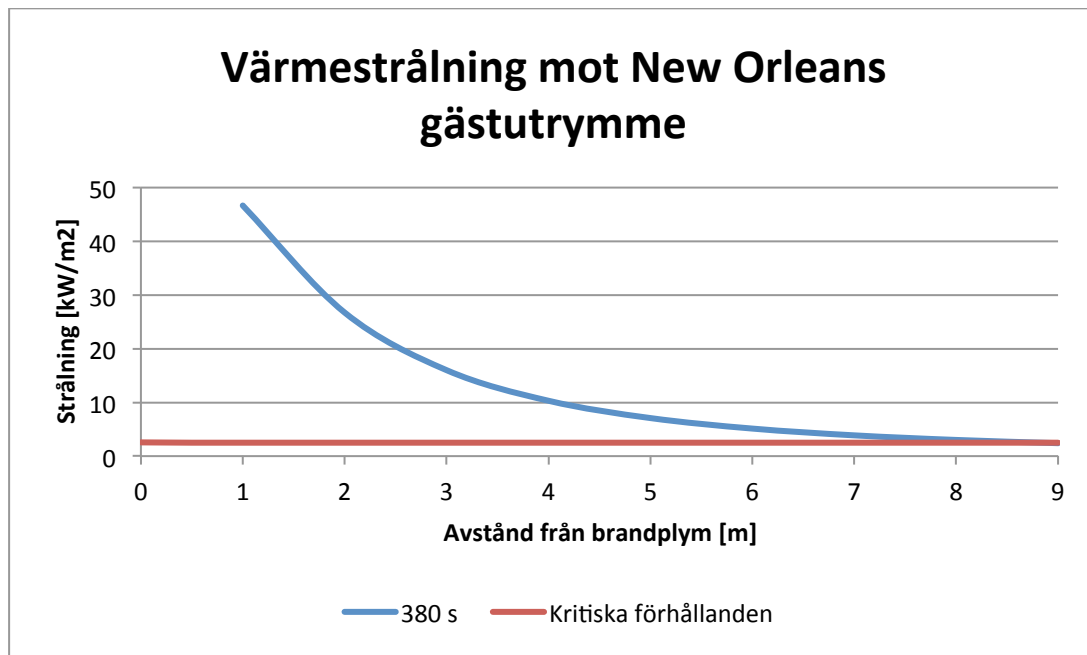


Figur 9.14. Siktbarhet i olika mätpunkter vid trappan mot huvudentrén.

Figur 9.11 visar att kritiska förhållanden med avseende på sikt uppstår efter cirka sju och en halv minut på entresolen. I figur 9.12 och 9.13 bryts graferna likt i New Orleans-scenariot då sikten är ganska precis 10 meter och tolkas på motsvarande sätt som tidigare, att sikten momentant blir obefintlig vid denna tidpunkt. Vid utrymningsvägarna mot terminal 4 och terminal 5 sker detta efter cirka tio minuter. Figur 9.14 visar att sikten understiger 10 meter efter cirka 11 minuter nära trappan mot huvudentrén på Plazan. Likt tidigare väljs inledningsvis den kortaste tiden av dessa för att representera hela Sky City, det vill säga 10 minuter. På entresolen sätts tiden till sju och en halv minut.

### 9.5.1.3 Värmestrålning

Den osprinklande branden kommer enligt figur 9.2 nå övertändning efter 370 sekunder. Enligt beräkning som redovisas i bilaga B kommer flammor att slå ut från toppen av öppningen efter 335 sekunder. Flamhöjden vid den fullt utvecklade branden, efter 380 sekunder, kommer att nå 3 meter över taket på Pocket Shop. Figur 4.1 visar att kanten på entresolen ligger cirka en meter ovanför butikernas tak vilket innebär att en två meter hög flamma kommer att stråla mot New Orleans gästutrymme. Strålningen från denna redovisas som funktion av avstånd i figur 9.15 nedan.



Figur 9.15. Värmestrålning mot New Orleans gästutrymme då branden är fullt utvecklad.

Gästutrymmets djup är cirka sex meter vilket innebär att strålningen överstiger  $2,5 \text{ kW/m}^2$  över hela utrymmet enligt figur 9.15 då branden är fullt utvecklad. Utrymningstiden från gästutrymmet är 5 minuter och 15 sekunder och eftersom övertändning inte sker förrän efter 6 minuter och 10 sekunder utsätts inte personer på gästutrymmet för någon strålningsdos.

#### 9.5.1.4 Tidsmarginal

Kritiska förhållanden uppstår efter cirka 10 minuter vid utrymningsvägarna mot terminalerna vilket konservativt används vid tidsmarginalsberäkningen för utrymning av hela Sky City. På entresolen nås kritiska förhållanden efter cirka 7,5 minuter och vid gästutrymmet sätts tiden till då övertändning sker för att kunna användas vid vidare analys. Det vill säga cirka 6 minuter. Utrymningstiden är som tidigare ett värsta troliga fall. Den beräknade tidsmarginalen redovisas i tabell 9.5 och om tidsmarginalen är negativ analyseras den vidare.

Tabell 9.5. Tidsmarginal då sprinkler inte fungerar.

| Plats                   | Tid till kritiska förhållanden | Utrymningstid | Tidsmarginal |
|-------------------------|--------------------------------|---------------|--------------|
| Hela Sky City           | 10 min                         | 8 min         | 2 min        |
| New Orleans gästutrymme | 6 min                          | 5,25 min      | 0,75 min     |
| Entresolen              | 7,5 min                        | 6,5 min       | 1 min        |

#### 9.5.2 Utrymningstid

I detta avsnitt analyseras hur variationer i varseblivning, förberedelsetid och förflyttningstid påverkar tidsmarginalen i både det sprinklade och det osprinklade fallet.

Branden i Pocket Shop kan upptäckas direkt av personer på Plazan, vilket ger en varseblivningstiden på noll minuter i det bästa fallet. Eftersom det är en anlagd brand kan varseblivningstiden även för personer på entresolen vara momentan då någon till exempel skriker. Likt tidigare sätts den längsta larmlagringstiden till sex minuter vilket ger en

varseblivningstid i ett sämsta fall på cirka 6 minuter, eftersom tiden till detektoraktivering endast är ett par sekunder. Variationen på varseblivningstiden blir således noll till sex minuter för samtliga fall. Förberedelse tidens intervall bedöms vara detsamma som i avsnitt 8.5.2, det vill säga en halv till två minuter.

Förflyttningstiden bedöms likt tidigare vara cirka två minuter i ett bästa fall då alla utrymningsvägar används med ett personantal på 600. Med dessa förutsättningar blir förflyttningstiden från entresolen cirka en minut. Då personer på gästutrymmet kan utrymma både mot hotellobbyn och mot McDonalds beror förflyttningstiden enbart på sträckan eftersom ingen kö bildas. Det bästa fallet blir därför detsamma som det värsta troliga, det vill säga 15 sekunder. Det sämsta fallet bedöms vara detsamma som i avsnitt 8.5.2, det vill säga 5 minuter för hela Sky City, 0,5 minuter från gästutrymmet och 2,5 minuter från entresolen. Variationen av utrymningstiden med avseende på resonemanget ovan redovisas i tabell 9.6.

Tabell 9.6. Variation av ingående delar av utrymningstiden.

| Plats                   | Varseblivning | Förberedelse | Förflyttning   | Totalt                |
|-------------------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------|
| Hela Sky City           | 0 – 6 min     | 0,5 – 2 min  | 2 – 5 min      | <b>2,5 – 12 min</b>   |
| New Orleans gästutrymme | 0 – 6 min     | 0,5 – 2 min  | 0,25 – 0,5 min | <b>0,75 – 8,5 min</b> |
| Entresolen              | 0 – 6 min     | 0,5 – 2 min  | 1 – 2,5 min    | <b>1,5 – 10,5 min</b> |

Tabellen visar att den totala utrymningstiden varierar kraftigt beroende på olika ingående faktorer, där varseblivningstiden har störst inverkan på resultatet. I tabell 9.8 och 9.9 beräknas tidsmarginalen i ett bästa, sämsta och det värsta troliga fall som använts i analysen i fallet då sprinkler fungerar samt då det inte fungerar.

Tabell 9.7. Tidsmarginal då sprinkler fungerar.

| Plats                   | Tidsmarginal för respektive fall |                |          |
|-------------------------|----------------------------------|----------------|----------|
|                         | Bästa                            | Värsta troliga | Sämsta   |
| Hela Sky City           | 17,5 min                         | 12 min         | 8 min    |
| New Orleans gästutrymme | 19,25 min                        | 14,75 min      | 11,5 min |
| Entresolen              | 18,5 min                         | 13,5 min       | 9,5 min  |

Tabell 9.8. Tidsmarginal då sprinkler inte fungerar.

| Plats                   | Tidsmarginal för respektive fall |                |          |
|-------------------------|----------------------------------|----------------|----------|
|                         | Bästa                            | Värsta troliga | Sämsta   |
| Hela Sky City           | 7,5 min                          | 2 min          | -2 min   |
| New Orleans gästutrymme | 5,25 min                         | 0,75 min       | -2,5 min |
| Entresolen              | 6 min                            | 1 min          | -3 min   |

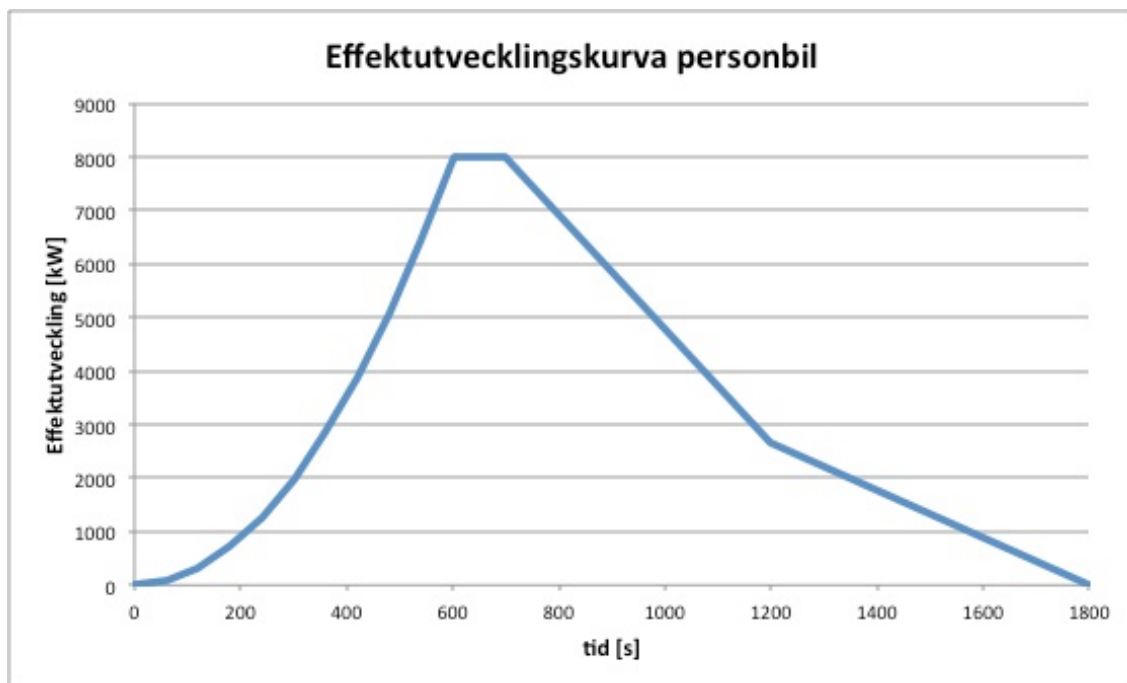
Känslighetsanalysen visar att sprinklersystemet har störst inverkan på resultatet och att tidsmarginalen då sprinkler fungerar är positiv även i det sämsta fallet av den totala utrymningstiden. Om sprinklersystemet däremot inte skulle fungera uppnås negativ tidsmarginal på samtliga platser i det sämsta fallet. Osäkerheter, riskvärdering och eventuella åtgärdsförslag redovisas i kapitel 11-12.

## 10 Analys brandscenario tre – Personbil på Plazan

I det valda brandscenariot finns ingen sprinkler som begränsar branden som når en maxeffekt på 8 MW efter 10 minuter för att därefter relativt snabbt avta då textilen brunnit ut. I detta kapitel följer handberäkningar och resultat från simuleringar för effektutveckling, tid till kritiska förhållanden, utrymningstid samt känslighetsanalyser. Då tiden för utrymning beräknas antas enligt resonemang i bilaga C att endast utrymningsvägarna mot huvudentrén, terminal fyra och terminal fem användas. I nedanstående avsnitt kontrolleras även hur tillgängligheten av dessa påverkas av det valda brandscenariot.

### 10.1 Effektutveckling

Beroende på startutrymme, inredning och liknande kan effektutvecklingen skilja stort från fall till fall och bilmodell. Figur 10.1 visar en effektutvecklingskurva för en personbil i ett värsta troliga fall, baserad på de mest konservativa värdena från utförda försök från olika källor (SFPE, 2002; SWRI, 2008). Bilen antas i den framtagna effektkurvan inte stå nära annat brännbart material och sprids således inte. Detta diskuteras vidare i kapitel 11.



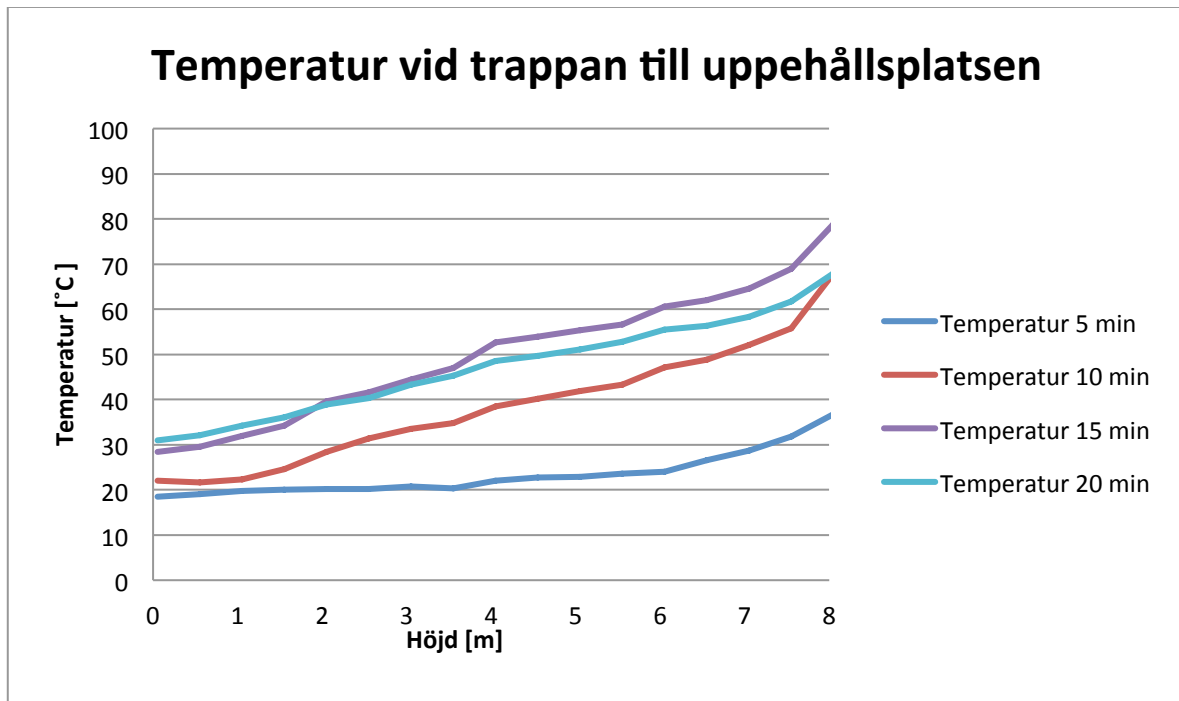
Figur 10.1. Effektutveckling personbil.

Huruvida effektkurvan ovan är rimlig med avseende på mängden syre i lokalen kontrolleras genom att först beräkna hur stor mängd energi som kan frigöras vid förbränning med avseende på det syre som redan finns i lokalen. Förbränningen bedöms fortgå till dess att syrehalten når tio massprocent, det vill säga andelen syre som kan förbrännas är  $0,23 - 0,10 = 0,13$ . Givet att 13,1 MJ frigörs per kilogram förbränt syre kan den maximala mängden frigjord energi förutsatt att inget nytt syre tillsätts beräknas med ekvation 17.a.

$$Q = \left( \frac{101325 \cdot 39600 \cdot 0,21}{8,3144621 \cdot 293} \right) * 0,032 * 0,13 * 13,1 = 18850 \text{ MJ} \quad \text{Ekvation (17.a)}$$

Detta värde ska jämföras med brandens totala energi. Genom att integrera grafen för bilens effektutveckling fås värdet 5851 MJ vilket är betydligt mindre än värdet ovan och slutsatsen kan dras att effektkurvan är rimlig med avseende på mängden syre i lokalen. Beräkningarna redovisas fullständigt i bilaga B.

En eventuell övertändning i detta scenario är inte troligt på grund av Plazans stora volym. Det finns dessvärre inga bra handberäkningsmodeller för detta då den modell som använts tidigare bygger på att det finns värmeförluster på grund av massflöde genom öppningar. Vid stora utrymmen kan det ta lång tid innan detta massflöde uppstår varvid metodens validitet försämras. Simulering av branden i FDS ger en möjlighet att undersöka temperaturen i brandgaserna. Övertändning sker då infallande strålning från brandgaslagret är cirka 15-20 kW/m<sup>2</sup> vilket inträffar då temperaturen i rummet är cirka 500-600 °C (Karlsson & Quintiere, 2000). Figur 10.2 visar att temperaturen aldrig är i närheten av dessa nivåer och slutsatsen kan dras att övertändning inte sker på Plazan.



Figur 10.2. Temperaturen som funktion av höjden vid trappan till uppehållsplatsen vid olika tidpunkter.



## 10.2 Tid till kritiska förhållanden

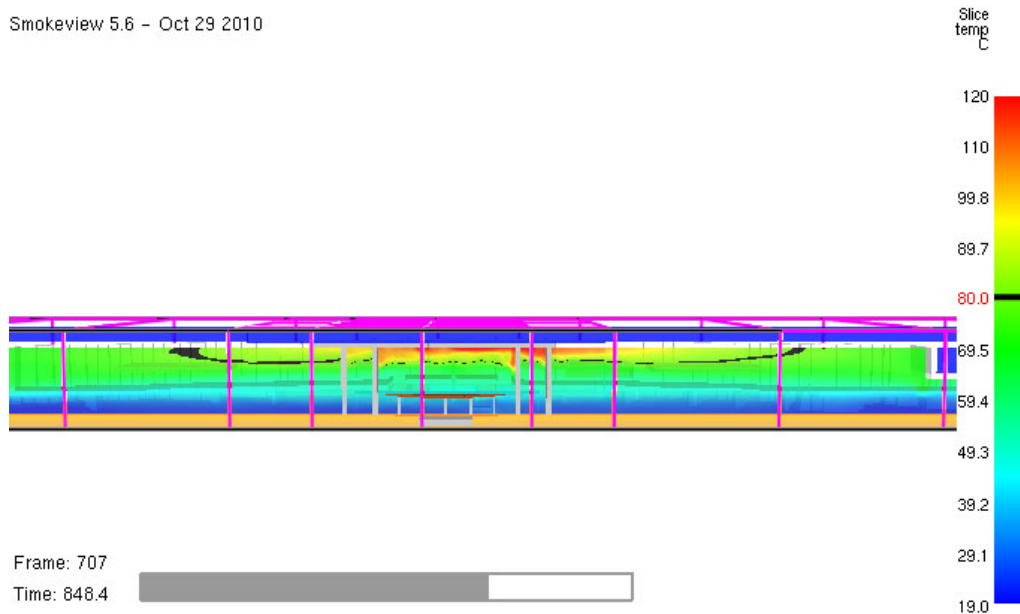
Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår kontrolleras med avseende på sikt, temperatur och värmestrålning enligt Boverkets rekommendationer enligt resonemang i avsnitt 6.2. Brandscenariot simuleras i en FDS-simulering över 1200 sekunder med en geometri enligt figur 8.3. Ett brandscenario på Plazan bedöms kunna utsätta människor för fara efter olika lång tid beroende på var de befinner sig. I det givna scenariot undersöks huruvida kritiska förhållanden uppstår på entresolen samt i någon av de tre använda utrymningsvägarna. Dessutom undersöks värmestrålningen mot trapporna som leder till uppehållsplatsen. De mätpunkter som analyseras med avseende på sikt i FDS är markerade i figur 8.3. Tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår på respektive plats redovisas i tabell 10.1 där tid och orsak är angivna. Slutsatser och resultat från simuleringarna beskrivs i avsnitt 10.2.1 - 10.2.3.

Tabell 10.1. Tid till kritiska förhållanden.

| Plats                        | Tid och orsak       |
|------------------------------|---------------------|
| Hela Sky City                | 15 min (Sikt)       |
| Trappan till uppehållsplanet | 7,5 min (Strålning) |
| Entresolen                   | 10 min (Sikt)       |

### 10.2.1 Temperatur

Kritiska förhållanden bedöms uppstå då temperaturen överstiger 80 °C enligt avsnitt 6.2. Det simulerade scenariot studeras i Smokeview som visar högst temperaturer efter cirka 14 minuter, se figur 10.3.

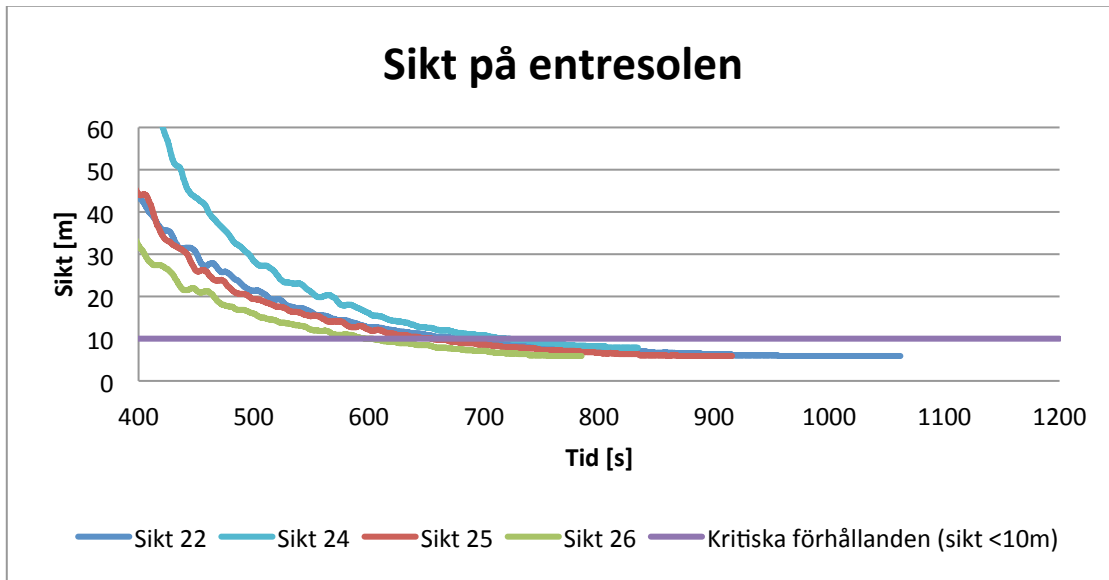


Figur 10.3. Temperaturen efter cirka 14 minuter av simuleringen i FDS.

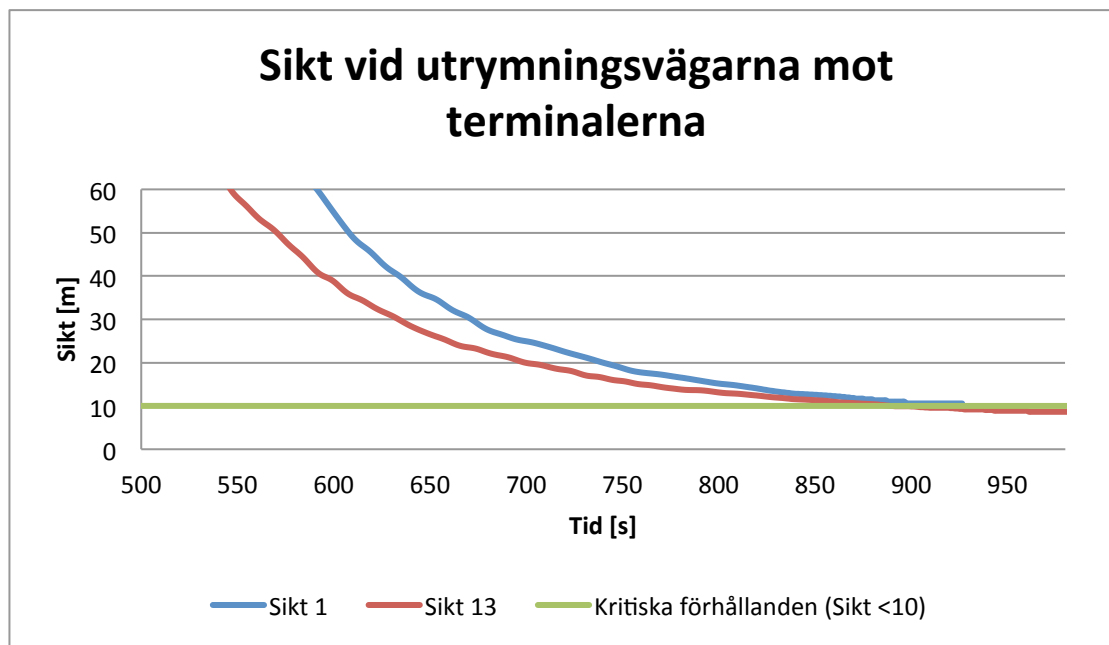
I figur 10.3 ses att temperaturen endast når 80 °C vid taket på Plazan vilket inte påverkar de platser där människor befinner sig. Kritiska förhållanden uppstår således inte med avseende på temperatur.

### 10.2.2 Sikt

Kritiska förhållanden bedöms uppstå då sikten är mindre än 10 meter eller mindre än 5 meter vid köbildning enligt avsnitt 6.2. Siktbarheten mot genomlysta utrymningsskyltar beräknas som tidigare och redovisas nedan för de mätpunkter där sikten understiger 10 meter vid någon tidpunkt av simuleringen. Indata och beräkningsgång redovisas i bilaga E och mätpunkternas placering kan ses i figur 8.3.



Figur 10.4. Siktbarhet i mätpunkter på entresolen.



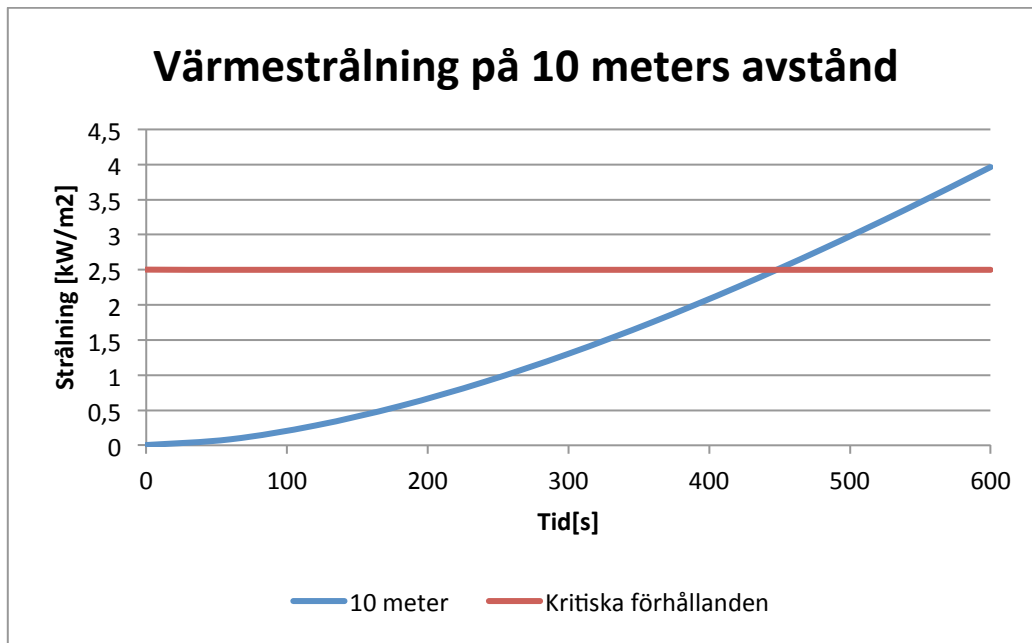
Figur 10.5. Siktbarhet i mätpunkter vid utrymningsvägarna mot terminalerna.

Figur 10.4 och 10.5 visar att sikten understiger 10 meter efter cirka 10 minuter på entresolen och vid utrymningsvägarna mot terminalerna efter cirka 15 minuter. I ett inledande skede väljs konservativt dessa tider som tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på sikt då utrymning analyseras. Om detta leder till en negativ tidsmarginal

undersöks huruvida personer faktiskt befinner sig vid respektive utrymningsväg då kritiska förhållanden uppnås vid densamma.

### 10.2.3 Värmestrålning

Bilen har i scenariot antagits stå parkerad någonstans mellan biljettcentret och trapporna mot huvudentrén. Bilens placering avgör huruvida strålningen mot trapporna till uppehållsplanet ger upphov till kritiska förhållanden eller inte. Det är dock rimligt att anta att människor som går ner från uppehållsplanet väljer den trappa som är längst ifrån branden. Ett värsta troliga fall blir således att bilen står mitt emellan de båda trapporna. Avståndet dem emellan är enligt ritning 24,5 meter. En normal personbil bedöms maximalt vara 4,5 meter lång vilket ger ett avstånd på 10 meter. Detta innebär enligt figur 10.6, vars beräkning redovisas i bilaga B, att strålningen överstiger 2,5 kW/m<sup>2</sup> efter cirka 7,5 minuter. Denna tid används inledningsvis som tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår med avseende på strålning. Om detta leder till en negativ tidsmarginal undersöks vilken strålningsdos berörda personer utsätts för.



Figur 10.6. Värmestrålning på 10 meters avstånd.

### 10.3 Utrymning

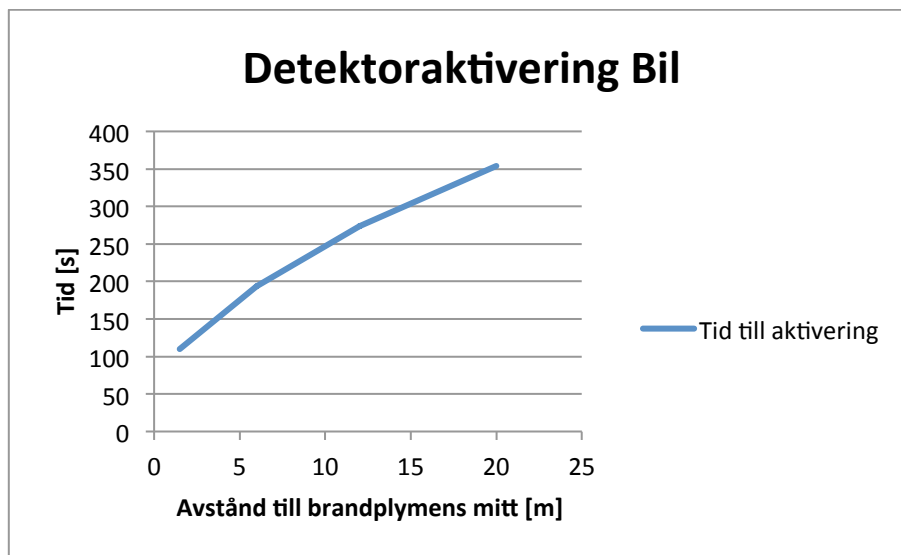
Tiden för utrymning beror enligt avsnitt 6.3 på olika faktorer. Den totala tiden fås genom att lägga ihop varseblivningstiden, förberedelsestiden och förflyttningstiden och redovisas i tabell 10.2. Tabellen visar den totala tiden det tar för människor att förflytta sig från de platser där tiden till kritiska förhållanden beräknats i avsnitt 10.2. Utrymningstiden är ett värsta troliga fall och respektive ingående del redovisas i avsnitt 10.3.1 – 10.3.3.

Tabell 10.2. Total utrymningstid från olika platser i händelse av brand i en personbil på Plazan.

| Plats           | Varseblivning | Förberedelse | Förflyttning | Totalt          |
|-----------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|
| Hela Sky City   | 0,5 min       | 6 min        | 5 min        | <b>11,5 min</b> |
| Uppehållsplanet | 5,5 min       | 1 min        | 0,5 min      | <b>7 min</b>    |
| Entresolen      | 0,5 min       | 6 min        | 3 min        | <b>9,5 min</b>  |

### 10.3.1 Varseblivningstid

Varseblivningstiden består som nämnt i avsnitt 6.3.1 av tiden det tar från det att branden startat till dess att individen uppmärksammat att något har hänt. Denna skiljer sig beroende på var man befinner sig och i detta avsnitt görs två indelningar; en för de som befinner sig på uppehållsplatsen och en för övriga. Varseblivningstiden för de som befinner sig på uppehållsplanet bedöms vara tiden till dess att detektorn aktiveras plus tiden för larmlagring. Detta är ett konservativt val men bedöms rimligt eftersom personer kan vara sovandes. För övriga bedöms branden upptäckas då flammor är synliga. Detta sker efter cirka en halv minut, se bilaga B. På Plazan används linjerökdetektorer och dessa bedöms täcka en yta som längst är ett par meter från brandens mitt. Ett värsta troliga fall ger därför ur figur 10.7 en beräknad tid till aktivering på cirka två och en halv minut. Anledningen till den relativt långsamma aktiveringen är att beräkningen bygger på en temperaturhöjning med 13 grader i taket som är förhållandevis högt på Plazan. Troligen upptäcks branden av personal som larmar tidigare än så, men 2,5 minuter används som ett konservativt värsta troliga fall. Fullständig beräkning och indatavärden för Detact QS återfinns i bilaga C.



Figur 10.7. Aktiveringstiden av en rökdetektor beroende på avstånd till branden.

Larmlagringstiden bedöms likt tidigare vara tre minuter i det värsta troliga fallet. Detta ger en varseblivningstid på cirka fem och en halv minut för de på uppehållsplanet och en halv minut för övriga.

### 10.3.2 Förberedelsetid

I detta scenario anses Sky City representera en offentlig miljö där samtliga ser branden, vilket enligt boverkets rekommendationer ger en generell förberedelsetid på en minut (Boverket III, 2011). Detta bedöms vara en rimlig förberedelsetid för de som befinner sig på uppehållsplanet, eftersom order om utrymning redan getts. De som befinner sig på Plazan eller entresolen bedöms dock i ett inledande skede eventuellt endast förflytta sig från bilens absoluta närhet och påbörjar inte utrymning förrän utrymningsordern getts.

Utrymningsordern ges efter tiden för detektoraktivering plus tiden för larmlagring, det vill säga cirka fem och en halv minut. Dess förberedelsetid blir således tiden till dess att

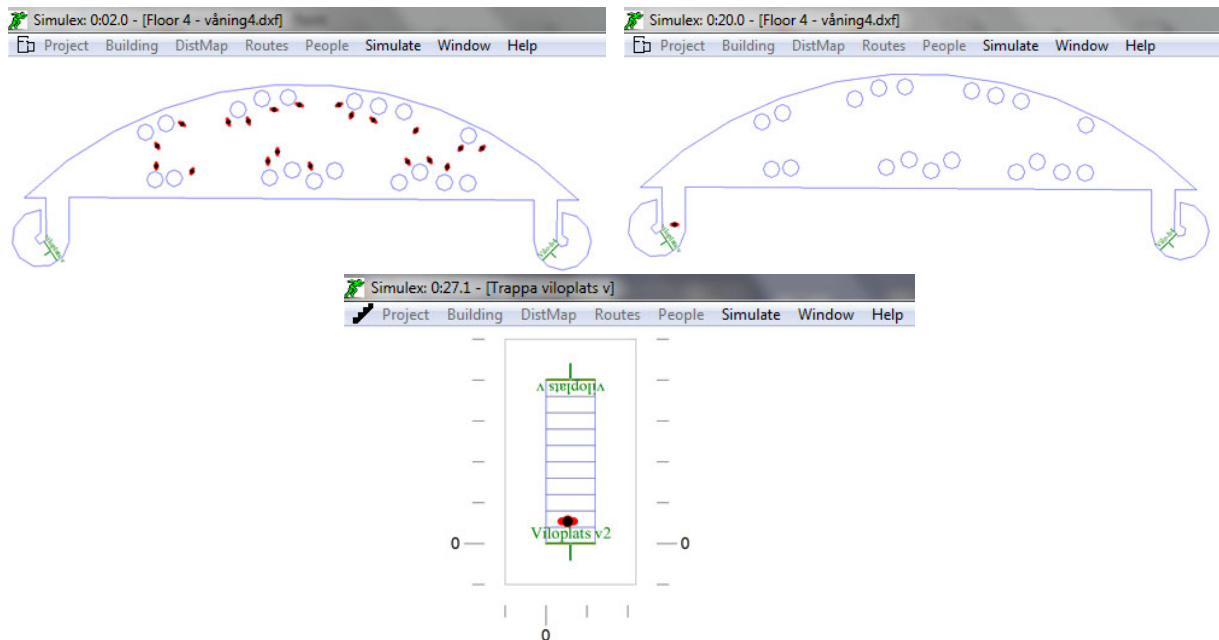
utrymningsordern ges, minus den halvminut som redan använts i varseblivningstiden, plus den generella förberedelsestiden på en minut. Detta ger en total förberedelsestid för de som inte befinner sig på uppehållsplanet på cirka sex minuter.

### 10.3.3 Förflyttningstid

Förflyttningstiden beräknas i Simulex och fullständigt indata redovisas i bilaga C.

Personantal och personfördelning antas enligt samma resonemang som tidigare vara 900 med 50 % män, 39 % kvinnor, 9 % barn, 1 % äldre och 1 % handikappade. Branden mitt på Plazan bedöms konservativt blockera användandet av huvudentrén som utrymningsväg vilket innebär att samtliga utrymmer mot terminal 4 och terminal 5. Detta ger en förflyttningstid på cirka fem minuter för att tömma hela Sky City och tre minuter för att tömma entresolen.

Maximalt antal personer som vistas sovande på uppehållsplanet bedöms vara 20 stycken och tiden för dessa att förflytta sig ut på Plazan och därmed bort från trappan är enligt figur 10.8 cirka en halv minut.



Figur 10.8. Bildsekvens över förflyttningstid från uppehållsplatsen.

## 10.4 Tidsmarginal

För att en utrymning ska anses säker måste tiden till kritiska förhållanden överstiga utrymningstiden. Den beräknade tidsmarginalen redovisas i tabell 10.3 och om tidsmarginalen är negativ analyseras den vidare.

Tabell 10.3. Tidsmarginal.

| Plats          | Tid till kritiska förhållanden | Utrymningstid | Tidsmarginal   |
|----------------|--------------------------------|---------------|----------------|
| Hela Sky City  | 15 min                         | 11,5 min      | <b>3,5 min</b> |
| Upphållsplanet | 7,5 min                        | 7 min         | <b>0,5 min</b> |
| Entresolen     | 10 min                         | 9,5 min       | <b>0,5 min</b> |

## 10.5 Känslighetsanalys

I detta avsnitt analyseras hur tidsmarginalen påverkas då varseblivning, förberedelsetid och förflyttningstid varierar. Brandens parametrar kan inte känslighetsanalyseras på grund av kapacitetsbrist. För de platser där tiden till kritiska förhållanden bestämts görs däremot analyser med avseende på gridoberoende vilka redovisas i bilaga E.3.

### 10.5.1 Utrymning

Varseblivningstiden varierar enligt samma resonemang som tidigare. Eftersom bilen är placerad på Plazan bedöms varseblivningstiden i bästa fallet vara noll oavsett var personer befinner sig. Den längsta varseblivningstiden anses vara cirka åtta och en halv minut, vilket innebär en detektoraktiveringstid på 2,5 minuter samt 6 minuters larmlagring. Detta ger ett intervall i samtliga fall mellan 0 och 8,5 minuter. Eftersom larmlagringen ingår i intervallet för varseblivningstiden för samtliga platser blir även förberedelsetidens intervall detsamma för samtliga platser. Detta bedöms vara detsamma som tidigare, det vill säga mellan 0,5 och 2 minuter.

Förflyttningstiden bedöms likt tidigare i ett bästa fall baseras på ett personantal på 600 personer då samtliga utrymningsvägar utom trappan mitt på Plazan används. Detta ger enligt simulering i Simulex en förflyttningstid på cirka två minuter. Under dessa förutsättningar tar förflyttningen för fem personer från uppehållsplatsen cirka 0,4 minuter och från entresolen cirka en minut. I ett sämsta fall bedöms 900 personer finnas som endast utrymmer mot terminalerna. Förflyttningstiden blir under dessa förutsättningar cirka fem minuter för hela Sky City, två och en halv minut från entresolen och för 20 personer med långsam gånghastighet tar det 0,7 minuter att förflytta sig från uppehållsplanet. Variationen av utrymningstiden med avseende på resonemanget ovan redovisas i tabell 10.4 och tidsmarginalen för respektive fall i tabell 10.5.

Tabell 10.4. Variation av ingående delar av utrymningstiden.

| Plats           | Varseblivning | Förberedelse | Förflyttning  | Totalt                |
|-----------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Hela Sky City   | 0 – 8,5 min   | 0,5 – 2 min  | 2 – 5 min     | <b>2,5 – 15,5 min</b> |
| Upphållsplatsen | 0 – 8,5 min   | 0,5 – 2 min  | 0,4 – 0,7 min | <b>0,9 – 11,2 min</b> |
| Entresolen      | 0 – 8,5 min   | 0,5 – 2 min  | 1 – 2,5 min   | <b>1,5 – 13 min</b>   |

Tabell 10.5. Tidsmarginal.

| Plats           | Tidsmarginal för respektive fall |                |          |
|-----------------|----------------------------------|----------------|----------|
|                 | Bästa                            | Värsta troliga | Sämsta   |
| Hela Sky City   | 12,5 min                         | 3,5 min        | -0,5 min |
| Upphållsplatsen | 6,6 min                          | 0,5 min        | -3,7 min |
| Entresolen      | 8,5 min                          | 0,5 min        | -3 min   |

Känslighetsanalysen visar att varseblivningstiden har störst inverkan på resultatet och att tidsmarginalen är negativ endast i det sämsta fallet av den totala utrymningstiden.

Osäkerheter, riskvärdering och åtgärdsförslag redovisas i kapitel 11-13.

## 11 Osäkerhetsanalys

Brandscenariot i New Orleans medför ett flertal osäkerheter. Branden nämns starta i köket, men utan att specificeras exakt var eller hur den börjar. Istället approximeras branden med stöd av data från liknande bränder. Detta medför osäkerheter i spridning och tillväxthastighet, vilka därför är konservativt tilltagna. Eftersom brandbelastningen är okänd bedöms brandens maxeffekt begränsas av kökets öppning. Även detta medför dock osäkerheter eftersom öppningens storlek inte är uppmätt på plats utan endast uppskattad utifrån givet ritningsunderlag. Ett ventilationskontrollerat brandförlopp anses dock konservativt vilket bedöms täcka de osäkerheter som öppningens area medför. Detta gäller även för beräkningarna som ger tiden till övertändning, då även dessa bygger på öppningar och dessutom på väggarnas material som i beräkningarna antas vara endast av gips. Detta diskuteras vidare i bilaga B. Då övertändning skett slår lågor ut från öppningen, huruvida dessa antänder seglet som sitter ovanför eller inte är okänt då information om dessa inte hittats. Om de antänds kommer det att leda till ett ännu mer allvarligt brandförlopp, särskilt då sprinkler saknas i taket ovanför.

Utöver de osäkerheter som redan diskuterats då brandscenariot i Pocket Shop beskrivs i avsnitt 9.1 tillkommer samma osäkerheter som diskuteras ovan med avseende på utrymmets öppningar, vilka hanteras på motsvarande sätt.

I bilbrandsscenarioet medför effektkurvan osäkerheter främst med avseende på var i bilen branden startar, vilken bil det är, vilken sorts drivmedel och hur mycket. I scenariot bortses även från eventuell spridning till närliggande objekt. Detta är måhända icke-konservativt eftersom det troligtvis står reklampelare eller liknande i närheten, men ett resonemang om eventuella tillfälliga objekt skulle medföra ännu större osäkerheter. Dessutom är bilens placering direkt avgörande för värmestrålning och detektoraktivering. Dessa osäkerheter hanteras genom att välja en konservativ effektutvecklingskurva, vilken har tagits fram genom att utifrån data om bilbränder välja den snabbast funna tillväxthastigheten, den högsta effektutvecklingen och den långsammaste avsvalningsfasen. Vidare osäkerheter med avseende på detektoraktivering diskuteras i bilaga D. Då syretillgången på Plazan beräknas görs förenklingar med avseende på geometri, vilka diskuteras i bilaga B.

Eftersom den exakta brandbelastningen är okänd har ett viktat värde på soot yield för olika potentiella material för respektive brand använts vid simulering i FDS. De material som använts i New Orleans sotas mer än de som använts i Pocket Shop, vilket innebär att kritiska förhållanden med avseende på sikt och temperatur uppnås tidigare trots att effektutvecklingen är lägre.

Hänsyn till att branden eventuellt släcks av personal eller räddningstjänst har inte tagits vilket innebär att de fall där kritiska förhållanden nås efter 10-20 minuter förmodligen uppstår senare eller kanske inte alls i ett verkligt fall. Något som ytterligare bidrar till denna osäkerhet är att hänsyn till de brandgasluckor som finns i taket inte tagits i simuleringen. FDS-simuleringarnas osäkerheter diskuteras mer ingående i bilaga A och bilaga E.

Tid till kritiska förhållanden har endast analyserats med avseende på sikt, strålning och temperatur. Ingen hänsyn har således tagits till toxicitet. Anledningen är att denna till stor del beror på materialet som brinner, vilket är mycket osäkert. Eftersom samtliga parametrar och modeller använts konservativt bedöms dock detta inte påverka resultatet.

Sprinklerns påverkan är som nämnt mycket svår att uppskatta och konservativa val görs därför istället. Eftersom brandens startpunkt inte är specificerad är inte avståndet till närmaste sprinklerhuvud känt, varför ett längsta möjliga avstånd valts. Dessutom har sprinklerbulbernas RTI uppskattats enligt ett standardvärde (Dyer, 2008) och inte bestämts empiriskt. Detta innebär att aktiveringstiden är osäker men anses inte ha någon betydande påverkan på resultaten eftersom sprinklerns påverkan är konservativt tilltagen.

Vid utrymningsberäkningarna har tider för varseblivning, förberedelsetid och förflyttning uppskattats och applicerats för stora grupper. Dessa tider är i verkligheten betydligt mer individuella och har därför bedömts konservativt. Dessutom har tillgängliga utrymningsvägar begränsats till de som människor bedöms känna till. Till vilken grad andra utrymningsvägar skulle användas i ett verkligt fall är okänt och därför har konservativa val gjorts. Osäkerheter i indata till Simulex samt modellens allmänna osäkerheter diskuteras i bilaga A och bilaga C.



## 12 Riskvärdering

I de värsta troliga fall som har analyserats har endast de tre huvudsakliga utrymningsvägarna använts. I ett verkligt fall är det troligt att en del personer även väljer andra utrymningsvägar vilket förkortar utrymningstiden, särskilt då personalen är utbildad att hjälpa till och hänvisa till närmaste utgång vid utrymning. Eftersom även bränderna är rejält tilltagna är således de tidsmarginaler som presenterats mycket konservativa. Utifrån känslighetsanalysens resultat och de resonemang om osäkerheter som presenterats dras slutsatsen att en säker utrymning kan säkerställas givet att sprinklersystemet fungerar som det ska. Om sprinklersystemet däremot inte skulle fungera uppnås negativ tidsmarginal vid utrymning i det sämsta fallet för samtliga scenarier och även i det värsta troliga fallet i New Orleans. Det sämsta fallet av utrymningstid innebär att varseblivning, förberedelse och förflyttningstid samtidigt når sina maximala värden, vilket inte bedöms vara särskilt troligt. Att detta ska inträffa samtidigt som sprinklersystemet fallerar blir osannolikt. Sannolikheten för att den värsta troliga utrymningstiden inträffar samtidigt som sprinklersystemet fallerar bedöms däremot inte kunna avskrivas.

Då branden simulerats i FDS har ingen hänsyn tagits till de befintliga brandgasluckor som sitter i taket på Plazan. För att kontrollera dess funktion bör ytterligare simuleringar utföras men på grund av kapacitetsbrist har detta inte hunnit göras. Istället har en tvåzonsberäkning som redovisas i bilaga B gjorts som visar att kritiska förhållanden med avseende på sikt och temperatur inte uppstår om brandgasluckorna öppnas i händelse av brand. Beräkningen tar dock inte hänsyn till hur flödet påverkas av väderförhållanden och bör därför tolkas med försiktighet. Brandgasluckornas funktion bör därför säkerställas genom vidare analys. Det bör även nämnas att brandgasventilering och sprinkler kan motverka varandra, dels genom att kylta brandgaser ger längre tid till sprinkleraktivering samt att den omdirigering av brandgaser som ventilering ger upphov till kan leda till att sprinklerhuvud långt från branden aktiveras. Eftersom brandgasluckorna är placerade ovanför den osprinklade Plazan bedöms dock detta inte innebära några problem på Sky City. Med grund i ovanstående resonemang dras slutsatsen att personsäkerheten i händelse av brand sannolikt kan säkerställas även om sprinklersystemet skulle falla. För att stärka slutsatsen föreslås att de åtgärdsförslag som presenterats i avsnitt 5.1 vidtas.

I brandscenariot i Pocket Shop visar känslighetsanalysen att en negativ tidsmarginal endast uppstår i det sämsta fallet då sprinklersystemet inte fungerar. Detta är enligt ovanstående resonemang osannolikt och slutsatsen dras att personsäkerheten i händelse av brand i det givna scenariot kan säkerställas även då sprinkler inte fungerar. Även i brandscenariot på Plazan uppstår en negativ tidsmarginal endast i det sämsta fallet och en säker utrymning kan således säkerställas.

Känslighetsanalysen visar att varseblivningen är den faktor som har störst påverkan på tidsmarginalen. Anledningen till detta är att det är mycket svårt att uppskatta hur lång larmlagringstiden kan vara. Eftersom en onödig utrymning av Sky City skulle ge mycket stora konsekvenser är ett automatiskt utrymningslarm kopplat till branddetektion inte att föredra. Ett sätt att minska tiden för larmlagring är att använda sig av ett adresserbart system

som visar vilken detektor som aktiverats, vilket eliminerar den eventuella tid som går åt för att lokalisera branden.

## 12.1 Åtgärdsförslag

Utöver de åtgärdsförslag som presenterats i avsnitt 5.1 tillkommer ytterligare förslag från riskvärderingen.

De befintliga brandgasluckornas funktion har endast analyserats med en tvåzonsmodell som inte lämpar sig för stora lokaler. Modellen visar att dimensioneringen är tillräcklig givet att tillräcklig tilluftsarea finns. Detta bör analyseras vidare med hjälp av till exempel CFD-simuleringar där hänsyn till vindpåverkan tas.

Det sektionerade detektionssystemet som används på Sky City idag bör bytas mot ett adresserbart system för att eliminera den eventuella tid som går åt för att lokalisera branden, vilket minskar risken för en hög varseblivningstid.

Huruvida sprinklersystemet underhålls och kontrolleras i samband med SBA är okänt. Därför föreslås att sprinklerkontroller angående utförande, installation och underhåll ska genomföras enligt regler för automatiska sprinklersystem SBF 120:7.

### 12.1.1 Validering av åtgärdsförslag

Att kvantifiera det adresserbara detektionssystemets inverkan på varseblivningstid är mycket svårt. Vid mindre bränder kommer den definitivt att minska men vid stora bränder, som de som analyserats i rapporten, är det troligt att brandens placering upptäcks snabbt ändå.

Detsamma gäller brandgasluckornas inverkan då dessa endast undersökts med en tvåzonsmodell. Därför görs ingen ansats att försöka kvantifiera dessa åtgärds inverkan.

Om de åtgärdsförslag som presenterats i avsnitt 5.1 utförs kommer förberedelsetiden att minska med en minut i scenarierna i New Orleans och Pocket Shop (Boverket III, 2011). Om utrymningsskyltarna byts och personalens hänvisningar till närmaste utrymningsväg fungerar, förkortas även förflyttningstiden med cirka en till två minuter i samtliga fall.

### 13 Slutsatser

Sky City anses ha ett fullgott brandskydd och en säker utrymning kan säkerställas inom de avgränsningar som gjorts givet att sprinklersystemet fungerar. Det är därför av största vikt att systemet kontrolleras regelbundet. Om sprinklersystemet inte fungerar, vilket sker i ungefär 8 % av fallen, uppnås negativa tidsmarginaler i samtliga scenarier. I känslighetsanalysernas sämsta fall dras slutsatsen att sannolikheten för att det ska inträffa samtidigt som det konservativa brandscenariot är näst intill obefintlig och avskrivs därför. I brandscenariot i New Orleans uppstår dock negativ tidsmarginal även i det värsta troliga fallet om sprinklersystemet fallerar. Sannolikheten för att detta ska inträffa är inte särskilt stor men kan inte avskrivas. För att säkerhetsställa att utrymningen kan ske på ett tillfredställande sätt ges förslag på förbättrande åtgärder nedan. Dessa har kategoriserats som antingen något som *ska* eller *bör* utföras, där bör-förslagen lämpligtvis tas i beaktande vid reovering eller annan tillsyn. Givet att ska-förslagen åtgärdas kan således en säker utrymning säkerställas inom de avgränsningar som gjorts.

- Utrymningsvägar *ska* vara fria från lös inredning.
- Dörrar mellan brandceller *ska* vara stängda.
- Brandgasluckorna på Plazan *ska* rutinmässigt kontrolleras och underhållas.
- Brandposter *ska* vara tydligt utmärkta inte täckas av butiksinredning eller liknande så att de lätt kan urskiljas.
- Sprinklersystemet och dess pumpstationer *ska* regelbundet underhållas.
- Ventilationssystemet *ska* utredas för att säkerställa att brandspridning inte kan ske via ventilationen.
- Huruvida seglen ovanför entresolen kan fatta eld alternativt falla ner över människor *ska* analyseras vidare.
- De utrymningsskyltar som idag används på Sky City *bör* bytas så att de lättare kan urskiljas och tydligt anger var utrymningsvägar finns. Utrymningsvägar som kan användas av personer med funktionshinder bör särskilt markeras.
- Brandgardinernas funktion *bör* kontrolleras i det systematiska brandskyddsarbetet.
- Samtliga utrymningsdörrar *bör* ha panikregel.
- Meddelandet som sänds ut i samband med utrymningslarmet *bör* ändras till ett informativt talat meddelande som exempelvis kan se ut enligt följande: "Viktigt meddelande! En brand har utbrutit i byggnaden. Lämna omedelbart byggnaden via närmaste nödutgång. Följ personalens anvisningar."
- Det sektionerade detektionssystem som används på Sky City idag *bör* bytas mot ett adresserbart system för att eliminera den eventuella tid som går åt för att lokalisera branden.
- Brandgasluckornas funktion *bör* säkerställas genom vidare analys.



## Litteraturförteckning

- Boverket I. (2011). *Regler för byggande, BBR*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket II. (2011). *Utrymningsdimensionering, BBR*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket III. (2011). *BFS 2011:27, BBRAD*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket IV. (2011). *Rättelseblad till BFS 2011:27, BBRAD*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket V. (2008). *BFS 2008:6*. Karlskrona: Boverket.
- Brandskyddsföreningen. (2011). *Information om larmlagring*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.brandskyddsforeningen.se/forlag/informationsmaterial/information-om-larmlagring>> (2012-05-02).
- Brandskyddshandboken. Rapport 3134, Brandteknik, Lunds Tekniska högskola, Lund, 2005.
- Bwalya, A.C., Zalok, E., Hadjisophocleous, G. (2007) *Design Fires for Commercial Premises – Results of Phase 2*. Ottawa: National Research Council Canada.
- Canter, D. (1985). *Studies of Human Behaviour in Fire: empirical results and their implication for education and design*. Borehamwood: Fire Research Station.
- Centralförbundet för Alkohol- och Narkotikaupplysning. (2012). *Hur farlig är alkoholen?* [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.can.se/sv/Drogfakta/Alkohol>> (2012-04-02).
- Golt, J. Holborn, P.G., Nolan, P.F. (2004) *An analysis of fire sizes, fire growth rates and times between events using data from fire investigations*. London: Fire Safety Journal.
- Drysdale, D. (1998). *An Introduction To Fire Dynamics, second edition*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Dyer, J. W. (2008). *Effectiveness of Automatic Fire Sprinklers in High Ceiling Areas & the Impact of Sprinkler Skipping*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.civil.canterbury.ac.nz/fire/pdfreports/J%20Dyer%20report.pdf>> (2012-02-24).
- Frantzich, H. (2001). *Tid för utrymning vid brand*. Karlstad: Räddningsverket.
- Försäkringsförbundet. (1993). *RUS 120:4 – Regler för automatisk vattensprinkleranläggning*. Stockholm: Sveriges Försäkringsförbund.
- Jensen, L. (2009). *Utformning av sprinklersystem*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Jonsson, A. & Malmqvist, J. (2005), *Simulering av kabelbränder i sekundära säkerhetssystem med CFD-koden SMAFS*, Rapport 5175, Lund: Lunds Tekniska Högskola
- Karlsson, B. & Quintiere, J. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. London: CRC Press.
- Malm, D. & Petterson, A-I. (2008). *Tillförlitlighet för automatiska sprinkleranläggningar – en analys av befintlig statistik*. Stockholm: Lunds tekniska högskola

- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). (2012). *Informationssystem för Statistik och Analys (IDA)*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://ida.msb.se>> (2012-02-15).
- NIST I. McGrattan, K., McDermot, R., Hostikka, S., Floyd, J. (2010), *Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's guide*, USA, Washington, National Institute of Technology and Standards: U.S Government Printing Office.
- NIST II. McGrattan, K., McDermot, R., Hostikka, S., Floyd, J., Baum, H., Rehm, R., Mell, W. (2010), *Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical model*, USA, Washington, National Institute of Technology and Standards: U.S Government Printing Office.
- Räddningstjänsten Jönköpings Kommun. (2006). *Vägledande markering Nödbelysning Allmänbelysning*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.jonkoping.se/download/18.365900af1195c21d2cd800025457/Skyltning+och+nödbelysning.pdf>> (2012-04-03).
- Oilpress. (2012). *Brandsäkerhet vid oljepressning*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.oilpress.com/brandsakerhet-oljepress.htm>> (2012-03-22).
- Paté-Cornell, E. (1996). *Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment*. Stanford: Stanford University.
- Richards, P. L. E. (2008) *Characterising a Design Fire for a Deliberately Lit Fire Scenario*. [Elektronisk] Tillgänglig: <[http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/10092/1779/1/thesis\\_fulltext.pdf](http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/10092/1779/1/thesis_fulltext.pdf)> (2012-02-23).
- SBF. (2001). *SBF 120:5 - Regler för automatisk vattensprinkleranläggning*. Stockholm: Svenska Brandförsvarsföreningen.
- SBF. (2011). *SBF 120:7 - Regler för automatisk vattensprinkleranläggning*. Stockholm: Svenska Brandförsvarsföreningen.
- SFPE. (2003). *Engineering Guide to Human Behavior in Fire*. Bethesda: Society of Fire Protection Engineers.
- SFPE. (2002). *Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition*. Quincy: National Fire Protection Association.
- Staffansson, L. (2010). *Selecting Design Fires*. Lund: Department of Fire Safety Engineering and System Safety.
- Swedavia. (2012). *Stockholm Arlanda Airport*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.arlanda.se/sv/Information-om/Om-Arlanda/>> (2012-02-23).
- SWRI. (2008). *Development of a database of full-scale calorimeter tests of motor vehicle burns*. [Elektronisk] Tillgänglig: <<http://www.mvfri.org/Contracts/R06939-01-003.pdf>> (2012-03-22).
- Särdqvist, S. (1993). *Initial Fires*. Lund: Avdelningen för brandteknik och riskhantering.

# Bilagor





## Bilaga A – Datormodeller

Denna bilaga innehåller teori om de datorprogram som används i rapporten.

### A.1 Detact QS

Detact QS är en förkortning av Detector Activation – Quasi Steady och används för att beräkna aktiveringstiden av värmedetektorer, sprinklerbulber och rökdetektorer. Programmet beräknar tiden det tar till dess att elementet värmts upp till en viss temperatur. För att beräkna aktiveringstiden krävs indata för takhöjd, RTI-värde (Response Time Index), aktiveringstemperatur, omgivningstemperatur och brandens effektutveckling (Brandskyddshandboken, 2005).

#### A.1.1 Begränsningar och antaganden

Detact QS använder sig av en godtycklig brand men bedöms kunna beräkna en användbar aktiveringstid. Som indata skrivs effektutvecklingen upp i tidssteg för att få ett representativt brandförlopp. Detact QS tar inte någon hänsyn till ansamlade brandgaser utan antar att uppvärmningen av sprinklerbulben sker av förbiflödande brandgaser. Programmet använder sig av Alperts korrelation för takflöde vilken inte tar hänsyn till brandgasernas transporttid upp till taket. Det innebär att den verkliga tiden är längre än den som programmet ger (Brandskyddshandboken, 2005). I indatan har sprinklern konservativt antagits vara placerad så långt ifrån branden som möjligt i angiven riskklass. Vidare har branden antagits ske på golvnivå och RTI har bedömts enligt standardvärde (Dyer, 2008).

### A.2 FDS5

FDS står för *Fire Dynamics Simulator* och är ett datorprogram utvecklat av *National Institute of Standards and Technology* i USA. Programmet beräknar flöden med en form av Navier Stokes ekvation och lämpar sig för termiskt drivna flöden i låga hastigheter (10-20 m/s), vilket lämpar sig för bränder. FDS bygger på LES vilket innebär att en tidsberoende lösning erhålls och att en del av de turbulenta strukturerna kan simuleras. FDS kan med fördel användas för utrymmen med komplex geometri och stor volym (NIST I, 2010). I rapporten har version 5.5.3 använts för simulering. Pyrosim 2011 har använts för att återge det grafiska gränssnittet och Smokeview 5.6.3 för visualisering av resultaten. Simuleringarna är genomförda på Lunds Tekniska Högskolas kluster Platon. Geometrin delas upp i små celler, kontrollvolym, där ekvationerna sedan beräknas mellan dessa för massa, energi, rörelsemängd och partiklar med vad som brukar kallas transportekvationerna. Ju mindre celler som geometrin delas upp i desto noggrannare resultat erhålls, åtminstone tills gridberoende nås, vilket innebär att lösningen är oberoende av cellstorleken. Ekvation 1 och 2 används för att avgöra vilken cellstorlek som bör användas (NIST I, 2010).

$$D^* = \left( \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} T_{\infty} c_p \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}} \quad \text{Ekvation (1)}$$

där,

$D^*$             karaktäristisk diameter [-]  
 $\dot{Q}$              effektutveckling [kW]

|                 |  |
|-----------------|--|
| $\rho_{\infty}$ | omgivningens densitet [kg/m <sup>3</sup> ] |
| $T_{\infty}$    | omgivningens temperatur [K]                |
| $c_p$           | specifik värmekapacitet [J/kgK]            |
| $g$             | tyngdaccelerationen [m/s <sup>2</sup> ]    |

$$4 < \frac{D^*}{\delta x} < 16 \quad \text{Ekvation (2)}$$

där,

|            |                             |
|------------|-----------------------------|
| $D^*$      | karaktäristisk diameter [-] |
| $\delta x$ | celllängd [m]               |

### A.2.1 Begränsningar och antaganden

Sammanlagt fem simuleringar genomförs, en för vardera scenario samt ytterligare två för de scenarier där sprinkler är installerat då dessa fallerar. Därutöver genomförs fem simuleringar med halverad cellstorlek för att påvisa gridberoende, vilket redovisas i bilaga E.3.

Vid simuleringar med FDS5 ska plymen simuleras i tillräcklig upplösning för att bland annat erhålla verklighetstrogen luftinblandning och flamtemperatur. Det är kutym att beräkna den cellstorlek som krävs och klassificera den genom att kalla storleken för fin, medium och grov. Detta görs med ekvation 1 och 2 där  $\rho_{\infty}=1,2 \text{ kg/m}^3$ ,  $T_{\infty}=293 \text{ K}$ ,  $c_p=1,0 \text{ kJ/kgK}$  och  $g=9,81 \text{ m/s}^2$  och effektutvecklingen  $\dot{Q}$  varierar beroende på scenario. Resultaten redovisas i tabell A.1.

$$D^* = \left( \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} T_{\infty} c_p \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}} \quad \text{Ekvation (1)}$$

$$4 < \frac{D^*}{\delta x} < 16 \quad \text{Ekvation (2)}$$

Tabell A.1. Klassificering som grov, medium eller fin grid.

| Scenario      | Sprinklat | Max Effektutveckling | D*   | D*/4 | D*/10 | D*/16 |
|---------------|-----------|----------------------|------|------|-------|-------|
| Pocket Shop   | Nej       | 16000                | 2,92 | 72,9 | 29,2  | 18,2  |
| Pocket Shop   | Ja        | 1056                 | 0,98 | 24,6 | 9,8   | 6,1   |
| New Orleans   | Nej       | 11600                | 2,56 | 64,1 | 25,6  | 16,0  |
| New Orleans   | Ja        | 1067                 | 0,99 | 24,7 | 9,9   | 6,2   |
| Bil på plazan | -         | 8000                 | 2,21 | 55,3 | 22,1  | 13,8  |

I tabell A.1 återfinns de beräknade cellstorlekarna för att klassificera simuleringar med fin, medium eller grov grid. Konstanten 4 används i täljaren av ekvation 2 då cellstorleken klassificeras som grov, 10 då cellstorleken är medium och 16 för fin cellstorlek.

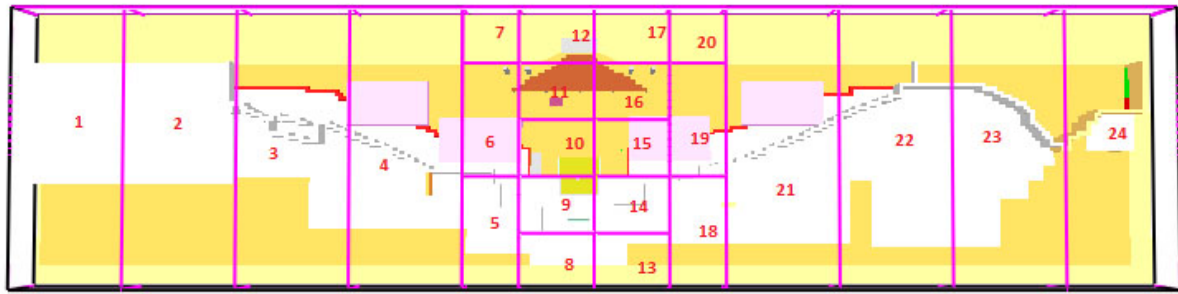
På grund av bland annat objektets storlek och begränsningarna i tillgänglig datorkapacitet genomförs simuleringarna med cellstorlekarna 0,4/0,8 m respektive 0,2/0,4 m för kontroll av gridberoende. Tabell A.1 understryker att endast tre av simuleringarna kan klassificeras som en grov cellstorlek. De övriga två simuleringarna har en cellstorlek vilken egentligen är för

stor för att klassas som grov. Detta medför en osäkerhet då brandplymen inte simuleras i tillräcklig upplösning vilket kan leda till felaktiga skattningar av flöden och temperaturer. Storleken av denna osäkerhet beror bland annat på cellstorleken och interpolationsordningen, då temperaturen i en cell interpoleras över dess längd. För att kontrollera och försöka kvantifiera osäkerheten som beror på upplösningen av flammen genomförs redan nämnda gridoberoende simuleringar. Osäkerheten kommer dock inte påverka resultatet i alltför stor utsträckning då inverkan av interpolationsfelen avtar med avståndet från flammen och brandplymen. Då mätpunkterna där kritiska förhållanden mäts befinner sig på relativt långt avstånd från brandkällan kommer således dessa inte påverkas i lika stor utsträckning som de mätpunkter som befinner sig nära. De gridoberoende diagram som presenteras i bilaga E.3 uppvisar en stor procentuell skillnad, dock är skillnaden i absoluta värden för till exempel värmestrålning liten. På grund av detta kan mätpunkter nära branden uppfylla kravet om att avvikelser i resultat maximalt får vara 20 % medan mätpunkter långt från branden kan överstiga denna gräns. Därför tolkas dessa diagram logiskt.

I tabell A.2 redovisas antal mesher, cellstorlek och antal celler i respektive simulering. På grund av att Sky City är en stor byggnad och avgränsningen är över 240 m lång och maximalt 50 m bred delades beräkningsdomänen upp i 24 mesher för att möjliggöra klustersimuleringar. Utgångspunkten är att mesherna med den finaste gridstorleken ska vara belägna närmast branden då det även är i detta område som huvudentrén är belägen samt att det är viktigt att variablerna i transportekvationerna löses korrekt då det är högst temperatur och högst hastighet på flödena som inträffar i detta område. Meshindelningen åskådliggörs i figur A.1.

Tabell A.2. Antal celler beroende på scenario, cellstorlek och mesh.

| Cellstorlek:          |              | 0,4/0,8      |              | 0,2/0,4           |                     |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|---------------------|
| Scenario              | Antal mesher | Antal celler | Antal celler | Antal celler/mesh | Antal celler/mesh   |
| Pocket Shop           | 24           | 1 080 000    | 8 640 000    | 32 400 - 64 800   | 259 200 - 518 400   |
| Pocket Shop Sprinklat | 24           | 1 080 000    | 8 640 000    | 32 400 - 64 800   | 259 200 - 518 400   |
| New Orleans           | 24           | 1 175 850    | 9 406 800    | 32 400 - 129 600  | 259 200 - 1 036 800 |
| New Orleans Sprinklat | 24           | 1 175 850    | 9 406 800    | 32 400 - 129 600  | 259 200 - 1 036 800 |
| Bil                   | 24           | 1 080 000    | 8 640 000    | 32 400 - 64 800   | 259 200 - 518 400   |



Figur A.1. Meshindelningen för beräkningsdomänen

Cellstorleken 0,4 m används i mesh 5 – 18 medan det i övriga mesher är en cellstorlek på 0,8 m. I simuleringarna med brandscenariet i New Orleans används samma meshindelning som i figur A.1, dock ändras storleken något för mesh 4, 5, 6, 8 och 9 vilket förklarar varför antalet celler är olika för scenarierna i tabell A.2. Denna konfiguration genomförs för att begränsa osäkerheter med ofördelaktigt placerade meshgränser. Då branden i New Orleans befinner sig i ett utrymme med begränsad syretillförsel är det av största vikt att flödena i detta område löses riktigt.

Det är dessutom eftersträvansvärt att antalet celler per mesh är jämnt fördelade så att inte en mesh begränsar beräkningsproceduren då de andra måste invänta att denna löser samtliga sina ekvationer för varje tidssteg innan beräkningsproceduren fortsätter. Det framgår av tabell A.2 att så inte är fallet för dessa simuleringar. Detta beror på svårigheterna med att fördela cellerna jämnt i 24 mesher med olika storlekar och olika cellstorlek vilka dessutom ska uppfylla villkoret att antal celler i varje längdriktning ska kunna faktoriseras med  $2^i 3^j 5^k$ , där  $i, j, k$  är valfria konstanter (NIST I, 2010).

Figur 8.3 visar geometrin vilken användes för Sky City. Objektets golv och tak sträcker sig långt utanför väggarna, vilket är en osäkerhet i och med värmeledningen. Dock bedöms detta inte påverka resultatet på grund av den korta simuleringstiden på 20 minuter samt att andelen som leds bort genom värmeledning är liten i förhållande till total frigjord energi. Dessutom är inte utrymmen bakom restaurang- och shoppingdelen av intresse och därför behöver inte temperaturmätningar göras i dessa utrymmen, vilka kunde påverkas av värmeledning genom materialen. De väggar som i ett inledande skede inte bedömts påverka resultatet har satts som inerta. Det innebär att väggen har en konstant temperatur på 20 °C trots att den tar upp energi. Detta kan leda till att brandgaser som passerar den kalla väggen kyls och därmed tappar stigningskraft. Hur detta påverkar resultatet då kritiska förhållanden med avseende på sikt beräknas är okänt, men eftersom det innebär att brandgaserna sjunker lägre än i ett verkligt scenario ger detta konservativa värden.

Konsekvenserna av att använda cellstorleken 0,4/0,8 m är att samtliga föremål mindre än dessa mått försummas. Dessutom försummas lös inredning och byggnadstekniska detaljer som inte bedöms påverka flödet. Ventilationen tas inte i beaktande i FDS-simuleringarna då det hade varit svårt att bestämma flödet för varje don i Sky City utifrån de ritningar och uppgifter som erhållits. Vid branddetektion stängs dock ventilationsaggregaten av, vilket

innebär att konsekvenserna av denna försummelse inte inverkar på brandgasspridningen i simuleringarna.

Ett av de mer känsliga geometriska objekten är seglen. På grund av de geometriska begränsningarna vilka orsakas av FDS rektangulära cellindelning är seglen anpassade som horisontella rektanglar. I verkligheten hade seglen lutning och rundade former. Denna förenkling kommer leda till att brandgasernas vertikala transport bromsas upp av seglen och därmed kan ge snabbare rökfyllnad under dem.

Bränslet i brandscenarierna Pocket Shop och New Orleans består av flera olika material och ett medelvärde av de ingående materialen har beräknats. Tabell A.3 visar indata för FDS-simuleringarna. För brandscenariet New Orleans används medelvärde av olivolja och animaliskt fett vilket ger sotfraktionen 0,097 g/g, förbränningsentalpi på 39,7 MJ/kg och den kemiska formeln  $C_6H_{12}O_2$ . För bilbranden används värden för PMMA, det vill säga sotfraktion 0,022 g/g, förbränningsentalpin 24,2 MJ/kg och den kemiska formeln  $C_5H_8O_2$ . För Pocket shop branden används medelvärden för PMMA och trä vilket ger sotfraktionen 0,0185 g/g, förbränningsentalpin 20,65 MJ/kg och den kemiska formeln  $CH_{1,7}O_{0,83}$ . För mer information om brändernas effektutvecklingskurvor i FDS se bilaga E.1.

Tabell A.3. Indata för FDS (SFPE, 2002).

|                                 | PMMA        | Trä (röd ek)       | olivolja | Animaliskt fett |
|---------------------------------|-------------|--------------------|----------|-----------------|
| Kemisk formel                   | $C_5H_8O_2$ | $CH_{1,7}O_{0,83}$ | -        | $C_6H_{12}O_2$  |
| $\Delta H_c$ [MJ/kg]            | 24.2        | 17.1               | 39.6     | 39.8            |
| Sotfraktion [g/g]               | 0.022       | 0.015              | 0.097    | -               |
| Medelvärde $\Delta H_c$ [MJ/kg] | 20.65       |                    | 39.7     |                 |
| Medelvärde sotfraktion [g/g]    | 0.0185      |                    | -        |                 |

Ett annat tillvägagångssätt hade kunnat användas där de högsta värdena istället använts. Detta hade till exempel i Pocket Shop inneburit att värden för plast valts, istället för cellulosa vilket bedöms vara det dominerande materialet. Det hade således varit konservativt men inte realistiskt. Istället valdes ett medelvärde där varje material som fanns i betydande mängd gavs samma förhållande och sedan viktades medelvärden fram vilket borde ge en mer realistisk sammansättning utan att det konservativa betraktningssättet försummas.

Då det var svårt att finna uppgifter om strålningsandelen för de olika materialen som deltar i förbränningen valdes detta till standardvärdet 0,35. Detta anses vara ett konservativt men inte orimligt antagande. För strålningsmodellen genomfördes en verifiering vilken visar att 1040 strålningsvinklar ger en realistisk strålningsbild på upp till 15 m, vilket ses i bilaga E.5.

Utöver det som nämnts ovan har följande parametrar påverkat valet av cellstorlek och noggrannheten på simuleringarna;

- Datorkapaciteten. I nuvarande simuleringar används 24 processorer och fler hade kunnat användas. Dock kan numerisk instabilitet och divergens uppstå i meshgränserna samt att geometrin ska anpassas till dessa varför fler inte används. Dessutom är simuleringstiden begränsad till sju dygn vilket med gridoberoende simuleringarna utnyttjas till fullo.
- Avvägningar mellan undermodeller, främst angående strålning då undermodellen för strålning tar upp cirka 30 % i CPU tid (NIST I, 2010). Denna undermodell används och verifieras upp till 15 m i bilaga E.5.
- Avvägningar i utdata. Antalet och storleken på utdatafilerna begränsar simuleringens storlek då hårddiskutrymmet på Platon är begränsat till 50 Gb och RAM minnet för varje processor begränsar valet av utdata.
- Avgränsningar i förbränningsmodell. Fler förbränningsprodukter kan tas hänsyn till men detta ökar simuleringstiden varför till exempel kolmonoxidfraktionen inte undersöks.

Önskvärt är att simulera de allra minsta turbulenta strukturerna i flödet hos en fluid. Dessa är dock i storleksordningen  $10^{-6}$  m vilket gör det omöjligt med dagens datorkapacitet. Den skala som används för att beräkna storleken på cellerna för att simulera dessa små strukturer kallas Kolmogorovs mikroskala och beror till stor del av Reynolds tal. För att skapa en praktiskt användbar cellstorlek används istället en så kallad integralskala vilken bestäms av användaren. Då dessa två skalor sammanfaller kan en exakt simulering göras vilken kan lösas analytiskt med DNS (NIST II, 2010). Dagens datorkapacitet begränsar möjligheterna till LES-simuleringar vilket är den metod som används i simuleringarna i denna rapport.

### A.3 Simulex

Simulex är ett datorprogram som simulerar förflyttningstiden för människor i en byggnad. Till programmet importeras respektive planritning från CAD för att sedan länka samman våningar. Därefter definieras utrymningsvägar varefter programmet kan beräkna avståndskartor till dessa, det vill säga den kortaste vägen till en utrymningsväg. I Simulex kan olika egenskaper hos människorna definieras, så som storlek och gånghastighet. Personers placering vid utrymningens början bestäms av användaren.

#### A.3.1 Begränsningar och antaganden

I Simulex behandlas personers förflyttning som flödesteori. Programmet tar inte hänsyn till individuella reaktioner och beteenden. Vid hörn och trånga passager kan köbildning ske eftersom personerna i simulex alltid väljer det kortaste vägen och därmed kan fastna i varandra. I verkligheten väljer personer en annan utrymningsväg om en är blockerad (Frantzich, 2001).

## Bilaga B – Brandteori

I denna bilaga behandlas teorin kring de handberäkningarna som används i rapporten.

För en fullt utvecklade brand måste det finnas tillräckligt med syre för att branden inte ska bli ventilationskontrollerad. En kontrollberäkning av detta görs genom att ta reda på hur stor effektutvecklingen kan bli med tillgängligt syre i utrymmet. Detta görs med ekvation 3 och 4, där varje kilogram syre kan utveckla maximalt 13,1 MJ och luften innehåller 23 massprocent syre (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$\dot{m}_a = 0,5 * A * \sqrt{H_0} \quad \text{Ekvation (3)}$$

$$\dot{Q}_{max} = \chi * 0,23 * \dot{m}_a * 13,1 \quad \text{Ekvation (4)}$$

där,

|                 |  |
|-----------------|--|
| $\dot{m}_a$     | massinflödet luft [kg/s]                       |
| A               | arean på ventilationsöppning [m <sup>2</sup> ] |
| $H_0$           | höjden på ventilationsöppningen [m]            |
| $\chi$          | förbränningseffektivitet [-]                   |
| $\dot{Q}_{max}$ | maximal effektutveckling [MW]                  |

För att förutse när övertändning sker används en metod utvecklad av McCaffrey, Quintiere & Harkleroad (Karlsson & Quintiere, 2000), se ekvation 5 och 6. Tiden till dess att stationära förhållanden med avseende på värmeledningskoefficienten uppnås bedöms vara betydligt högre än den tid rapporten intresserar sig för och  $h_k$  beräknas därför med ekvation 5 för varje tidssteg med hjälp av Excel. Därefter beräknas den effekt som krävs för övertändning vid respektive tidssteg med ekvation 6. I beräkningarna används gips som väggmaterial medan det egentligen bör vara flera lager med olika material. Flera lager skulle dock leda till större  $h_k$  i detta fall, vilket i sin tur leder till att det krävs högre effekt för övertändning.

Angreppssättet ger således ett konservativt resultat.

$$h_k = \sqrt{\frac{kpc}{t}} \quad \text{Ekvation (5)}$$

$$\dot{Q}_{FO} = 610(h_k A_T A_0 \sqrt{H_0})^{1/2} \quad \text{Ekvation (6)}$$

där,

|                |  |
|----------------|--|
| $h_k$          | värmeövergångstal [W/m <sup>2</sup> K]                             |
| $kpc$          | materialkonstant [W <sup>2</sup> s/m <sup>4</sup> K <sup>2</sup> ] |
| t              | tid [s]  |
| $\dot{Q}_{FO}$ | effektutveckling vid övertändning [kW]                             |
| $A_T$          | ytarean [m <sup>2</sup> ]  |
| $A_0$          | arean på ventilationsöppningen [m <sup>2</sup> ]                   |
| $H_0$          | höjden på ventilationsöppningen [m]                                |

Ekvation 5 och 6 kombineras till ekvation 7 nedan som används för beräkning av den effekt som krävs för respektive tidssteg. Ekvation 7 har samma teckenförklaring som ovan.

$$\dot{Q}_{FO} = 610 \left( \sqrt{\frac{kpc}{t}} A_T A_0 \sqrt{H_0} \right)^{1/2} \quad \text{Ekvation (7)}$$

I Pocket Shop scenariot beräknas tiden det tar för en brandfarlig vätska att nå sin maxeffekt med ekvation 8 (Richards, 2008).

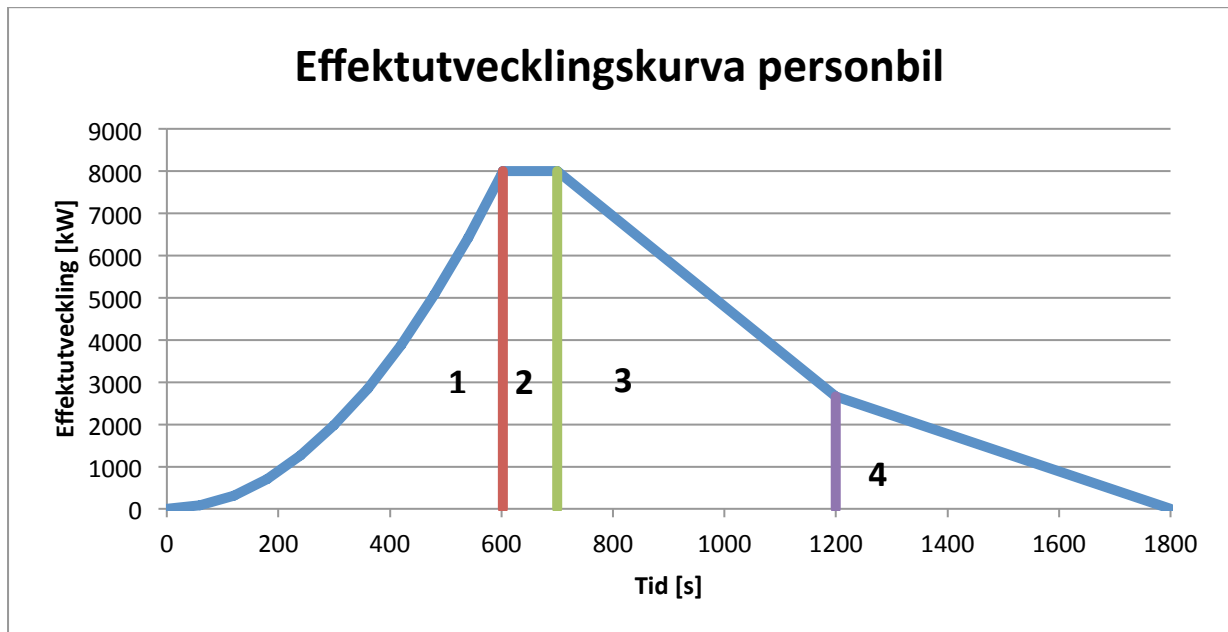
$$t_{topp} = 11 + \frac{V}{700} \quad \text{Ekvation (8)}$$

där,

$t_{topp}$  tid till högsta effektutvecklingen [s]

V bränslets volym [mL]

För att utreda om det finns tillräcklig med syre för effektkurvan i bilbrandscenariot jämförs brandens totala frigjorda energi med den energi som syret i Plazan kan ge upphov till i händelse av brand. För att bestämma personbilsbrandens totala frigjorda energi integreras effektutvecklingskurvan enligt figur B.1. Beräkningen görs i ekvation 9 till 12.



Figur B.1. Effektutvecklingskurva för en brand i personbil.

$$1) \int_0^{603} \frac{0,022t^2}{1000} dt = 1608 \text{ MJ} \quad \text{Ekvation (9)}$$

$$2) \frac{8000 \cdot 97}{1000} = 776 \text{ MJ} \quad \text{Ekvation (10)}$$

$$3) \frac{\frac{(8000-2667) \cdot 500}{2} + 2667 \cdot 500}{1000} = 2667 \text{ MJ} \quad \text{Ekvation (11)}$$

$$4) \frac{2667 \cdot 600}{1000} = 800 \text{ MJ} \quad \text{Ekvation (12)}$$

$$5) \text{ Totala frigjorda energin} = 5851 \text{ MJ}$$



För att beräkna huruvida den befintliga mängden syre i Plazan är tillräcklig för det personbilsscenarioet följs beräkningsgången i ekvation 13 till 17 (Karlsson & Quintiere, 2000). Ekvation 13 används för att beräkna energin med avseende på tillgängligt syre och ekvation 14 beräknar den tillgängliga massan syre på Plazan. Därefter beräknas antalet mol syre med Plazans syrevolym med ekvation 15. Volymen syre med avseende på hur stor andel av volymen på Plazan som är syre beräknas med ekvation 16 och därefter kombineras ekvation 13 till 16 och bildar ekvation 17.a.

$$Q = m_{O_2} * x_m * 13,1 \quad \text{Ekvation (13)}$$

där,

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| $Q$       | energi [MJ]                      |
| $m_{O_2}$ | massa syre på Plaza [kg]         |
| $x_m$     | massandel syre som förbränns [-] |

$$m_{O_2} = n * M \quad \text{Ekvation (14)}$$

där,

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| $m_{O_2}$ | massa syre på Plaza [kg]      |
| $n_{O_2}$ | antal mol syre [mol]          |
| $M_{O_2}$ | molmassa syre, 0,032 [kg/mol] |

$$n = \frac{P * V_s}{R * T} \quad \text{Ekvation (15)}$$

där,

|       |                                       |
|-------|---------------------------------------|
| $n$   | antalet mol syre [mol]                |
| $P$   | tryck [Pa]                            |
| $V_s$ | volym syre                            |
| $R$   | allmänna gaskonstanten [8,314 J/molK] |
| $T$   | temperatur [K]                        |

$$V_s = V * x_v \quad \text{Ekvation (16)}$$

där,

|       |                               |
|-------|-------------------------------|
| $V_s$ | volym syre [m <sup>3</sup> ]  |
| $V$   | volym Plaza [m <sup>3</sup> ] |
| $x_v$ | volymandel syre [-]           |

$$Q = \left( \frac{P * V * x_v}{R * T} \right) * M * x_m * 13,1 \quad \text{Ekvation (17.a)}$$

I avsnitt 10.1 sätts massandel syre som förbränns till 13 procent, vilket innebär att den kritiska syrehalten i Plazan bedöms vara 10 procent. Vid lägre syrehalt kan förbränning inte

ske och framtagna effektutvecklingskurvor skulle då begränsas. Det råder stor osäkerhet kring den kritiska syrehalten. Vanligtvis brukar siffran bedömas till 10-12 procent, men då menas volymprocent och värdet beror bland annat på vilket material som brinner samt förbränningsegenskaper. För att utreda känsligheten i siffran förs ett resonemang om rimlighet nedan. Ekvation 17.a skrivs om till ekvation 17.b för att bestämma den förbrända massandelen syre.

$$x_m = \frac{Q}{\left(\frac{P \cdot v \cdot x_v}{R \cdot T}\right) \cdot M \cdot 13,1} \quad \text{Ekvation (17.b)}$$

Om  $Q$  ersätts med brandens totala frigjorda energi i ekvation 17.b, vilken beräknats till 5851 MJ, erhålls ett värde på  $x_m$  som sedan bedöms vara rimligt eller inte. Vid normala förhållanden är trycket 101325 Pa, temperaturen 293 K, volymprocent syre i luften 0,21 procent, molmassa syre 0,032 kg/mol och volymen beräknas till  $240 \cdot 15 \cdot 11 = 39600 \text{ m}^3$ .

$$x_m = \frac{5851}{\left(\frac{101325 \cdot 39600 \cdot 0,21}{8,3144621 \cdot 293}\right) \cdot 0,032 \cdot 13,1} = 0,0404 \quad \text{Ekvation (17.b)}$$

Detta innebär att den kritiska syrehalten blir  $0,23 - 0,0404 = 0,1896$ , det vill säga 19 massprocent vilket är samma som 17,3 volymprocent. Detta är ett orimligt högt värde och därmed dras slutsatsen att syret i Plazan är tillräckligt för att inte begränsa personbilsbranden.

## B.1 Effektutveckling

För att kunna beräkna hur lång tid det tar tills kritiska förhållanden har uppnåtts behöver brandens tillväxtfas och det fullt utvecklade stadiets effektutveckling bestämmas. Tillväxtfasen antas till en alfa- $t^2$  kurva, där alfavärdet beror på hur snabb tillväxthastigheten är (Karlsson & Quintiere, 2000). Effektutvecklingen under tillväxtfasen beräknas enligt ekvation 18 (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$\dot{Q} = \alpha t^2 \quad \text{Ekvation (18)}$$

där,

|           |   |
|-----------|---|
| $\dot{Q}$ | effektutvecklingen [kW]                           |
| $\alpha$  | tillväxthastighetskonstanten [kW/s <sup>2</sup> ] |
| t         | tiden [s]   |

Efter tillväxtfasen antas branden hålla en konstant effektutveckling på det maximalt uppkomna värdet. I de fall då branden blir ventilationskontrollerad eller sprinklerkontrollerad antas effektutvecklingen konstant ligga på värdet då detta sker. Avsvalningsfasen är ur utrymnings synpunkt inte intressant och beräknas därför inte.

## B.2 Strålning

Vid beräkning av infallande strålning för en brand med given effektutveckling används ekvation 19 – 24. Antagandet görs att strålningen endast kommer från flamman.

$$\dot{q}'' = F_{d1-2} \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad \text{Ekvation (19)}$$

där,

|               |  |
|---------------|--|
| $\dot{q}''$   | infallande strålningen per areaenhet [W/m <sup>2</sup> ]                               |
| $F_{d1-2}$    | synfaktor [-]  |
| $\varepsilon$ | emissivitet [-]  |
| $\sigma$      | Stefan-Boltzmanns konstant [5,67 · 10 <sup>-8</sup> J/sm <sup>2</sup> K <sup>4</sup> ] |
| $T$           | flamtemperatur [K]   |

Synfaktorn beräknas med ekvation 20 (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$F_{d1-2} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{a}{\sqrt{a^2+c^2}} \tan^{-1} \left( \frac{b}{\sqrt{a^2+c^2}} \right) + \frac{b}{\sqrt{b^2+c^2}} \tan^{-1} \frac{a}{\sqrt{b^2+c^2}} \right) \quad \text{Ekvation (20)}$$

där,

|            |                                  |
|------------|----------------------------------|
| $F_{d1-2}$ | strålning [kW/m <sup>2</sup> ]   |
| $a$        | bredd på rektangel i flamman [m] |
| $b$        | längd på rektangel i flamman [m] |

Flamhöjd för fritt stående brand beräknas med ekvation 21 (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$L = 0,235\dot{Q}^{2/5} - 1,02D \quad \text{Ekvation (21)}$$

där,

|           |                        |
|-----------|------------------------|
| $L$       | flamhöjd [m]           |
| $\dot{Q}$ | effektutveckling [kW]  |
| $D$       | diameter för brand [m] |

Ekvation 21 är giltig när  $1 < \dot{Q}^* < 1000$  och beräknas med ekvation 22 (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} \sqrt{g D D^2}} \quad \text{Ekvation (22)}$$

där,

|              |   |
|--------------|---|
| $\dot{Q}^*$  | dimensionslös effektutveckling [-]      |
| $\dot{Q}$    | effektutveckling [kW]                   |
| $c_p$        | specifik värmekapacitet [kJ/kgK]        |
| $T_{\infty}$ | omgivningens temperatur [K]             |
| $g$          | tyngdaccelerationen [m/s <sup>2</sup> ] |
| $D$          | diameter flamma [m]                     |

Längden på balkongflamman beräknas med ekvation 23 (Brandskyddshandboken, 2005).

$$L_L = H_o \left( 2,37 \left( \frac{\dot{Q}}{A_o \rho_g \sqrt{H_o g}} \right)^{2/3} - 1 \right) \quad \text{Ekvation (23)}$$

där,

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| $L_L$ | längd balkongflamma [m]             |
| $H_o$ | höjden på ventilationsöppningen [m] |

|           |  |
|-----------|--|
| $\dot{Q}$ | effektutveckling [kW]                            |
| $A_o$     | arean på ventilationsöppningen [m <sup>2</sup> ] |
| $\rho_g$  | densitet för gaser [kg/m <sup>3</sup> ]          |
| $g$       | tyngdaccelerationen [m/s <sup>2</sup> ]          |

Flamtjockleken antas vara 2/3 av öppningen, ekvation 24 (Brandskyddshandboken, 2005).

$$t_f = \frac{2H_o}{3} \quad \text{Ekvation (24)}$$

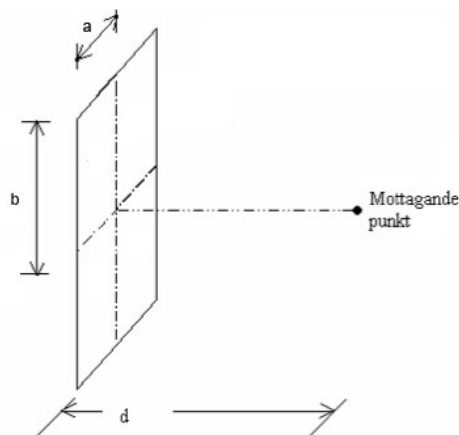
där,

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| $t_f$ | flamtjocklek [m]                    |
| $H_o$ | höjden på ventilationsöppningen [m] |

### B.2.1 Strålning från bilbrand

För stora bränder kan emissionstalet sättas till 1,0 och temperaturen till 1073 K (Brandskyddshandboken, 2005). Bilen bedöms vara 4,5 meter lång med den maximalt tillåtna bredden 2,4 meter. Detta ger en area på 10,8 m<sup>2</sup> som görs om till en cirkulär area, vilket ger en diameter på 3,71 meter. Eftersom brandförloppet är transient bör diameterns tillväxt öka med tiden eftersom brandens effektutveckling ökar i kvadrat. För bilbranden antas diameterns tillväxt dock vara linjär för att underlätta beräkningen.

Vid maximal effektutveckling nås 8 MW efter 603 sekunder, se figur 10.1, vilket är då diametern är som störst. Detta ger att diametern ökar med  $3,71/603 = 0,00615$  m/s. På detta sätt kan diametern och därmed effektutvecklingen beräknas för varje tidssteg. Med dessa värden kan flamhöjden beräknas med ekvation 26. När både diameter och flamhöjd är kända kan flammen uppskattas som en rektangel. Denna rektangel delas sedan upp i fyra rektanglar med bredden a och längden b, där a är diametern\*0,5 och b är flamhöjden\*0,5, se figur B.2.



Figur B.2. Indelning av flamma i mindre rektanglar.

Tabell B.1 sammanställer brandens karaktär vid olika tidssteg. Kontroll av giltighet görs med ekvation 22 då omgivningens densitet är 1,2 kg/m<sup>3</sup>, specifika värmekapaciteten 1,0 kJ/kgK och omgivningens temperatur 293 K.

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{1,2 * 1,0 * 293 \sqrt{9,81 D D^2}} \quad \text{Ekvation (22)}$$

Tabell B.1. Diameter och flamhöjd för bilbrand samt längder för indelade rektanglar.

| $\dot{Q}^*$<br>[-] | Tillväxt diameter<br>[m/s] | Tid<br>[s] | Effekt<br>[kW] | Diameter<br>[m] | Flamhöjd<br>[m] | A<br>[m] | B<br>[m] |
|--------------------|----------------------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|----------|
|                    | 0,00615                    | 0          | 0              | 0,0             | 0,0             | 0,00     | 0,00     |
| 0,87               | 0,00615                    | 60         | 79             | 0,4             | 1,0             | 0,18     | 0,49     |
| 0,61               | 0,00615                    | 120        | 317            | 0,7             | 1,6             | 0,37     | 0,80     |
| 0,50               | 0,00615                    | 180        | 713            | 1,1             | 2,1             | 0,55     | 1,06     |
| 0,43               | 0,00615                    | 240        | 1267           | 1,5             | 2,6             | 0,74     | 1,29     |
| 0,39               | 0,00615                    | 300        | 1980           | 1,8             | 3,0             | 0,92     | 1,51     |
| 0,35               | 0,00615                    | 360        | 2851           | 2,2             | 3,4             | 1,11     | 1,70     |
| 0,33               | 0,00615                    | 420        | 3881           | 2,6             | 3,8             | 1,29     | 1,89     |
| 0,31               | 0,00615                    | 480        | 5069           | 3,0             | 4,1             | 1,48     | 2,06     |
| 0,29               | 0,00615                    | 540        | 6415           | 3,3             | 4,4             | 1,66     | 2,22     |
| 0,27               | 0,00615                    | 600        | 7920           | 3,7             | 4,8             | 1,85     | 2,38     |
| 0,27               | 0,00615                    | 603        | 8000           | 3,7             | 4,8             | 1,86     | 2,39     |

Som synes i tabell B.1 blir den dimensionslösa effektutvecklingen något för låg. I avsaknad av annan metod används ändå ekvation 23 för att beräkna flamhöjd men med vetskap om dess osäkerhet.

Synfaktorn för en av de fyra rektanglarna i flamman beräknas sedan med ekvation 20 där a och b tas ifrån tabell B.1. I tabell B.2 redovisas den totala synfaktorn för de fyra rektanglarna.

Tabell B.2. Synfaktor beroende på tid och avstånd från flamma.

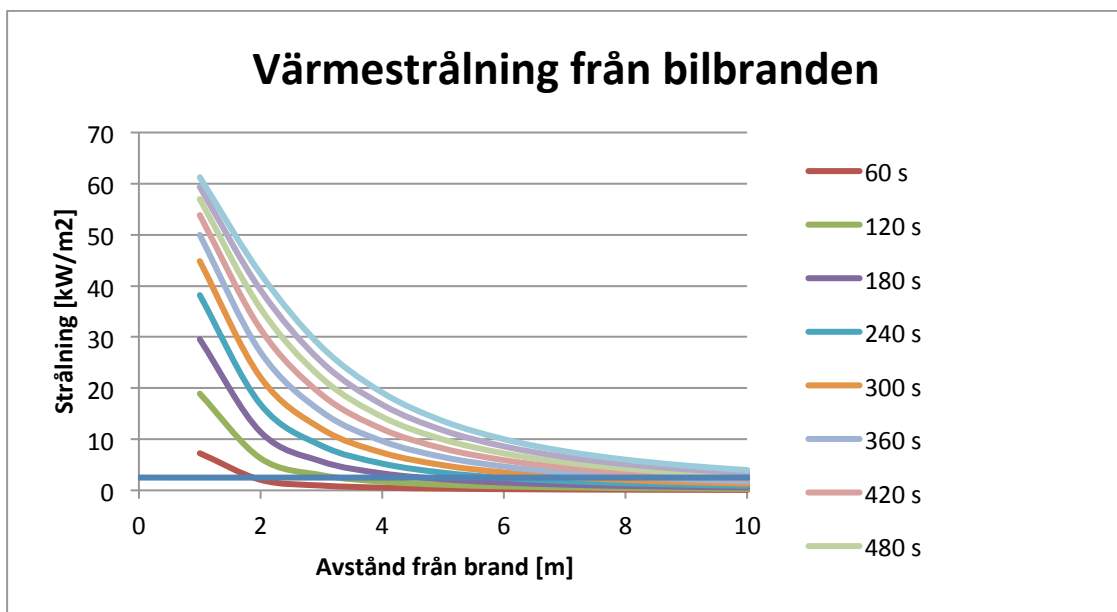
| Tid<br>[s] | Avstånd [m] |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            | 1           | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
| 0          |             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 60         | 0,0974      | 0,0274 | 0,0125 | 0,0071 | 0,0045 | 0,0032 | 0,0023 | 0,0018 | 0,0014 | 0,0011 |
| 120        | 0,2517      | 0,0834 | 0,0395 | 0,0228 | 0,0147 | 0,0103 | 0,0076 | 0,0058 | 0,0046 | 0,0037 |
| 180        | 0,3933      | 0,1517 | 0,0753 | 0,0442 | 0,0289 | 0,0203 | 0,0150 | 0,0115 | 0,0091 | 0,0074 |
| 240        | 0,5077      | 0,2235 | 0,1163 | 0,0697 | 0,0460 | 0,0325 | 0,0241 | 0,0186 | 0,0148 | 0,0120 |
| 300        | 0,5964      | 0,2937 | 0,1602 | 0,0980 | 0,0654 | 0,0465 | 0,0347 | 0,0268 | 0,0213 | 0,0173 |
| 360        | 0,6645      | 0,3594 | 0,2050 | 0,1282 | 0,0866 | 0,0620 | 0,0464 | 0,0360 | 0,0287 | 0,0234 |
| 420        | 0,7169      | 0,4194 | 0,2496 | 0,1595 | 0,1090 | 0,0786 | 0,0591 | 0,0460 | 0,0367 | 0,0300 |
| 480        | 0,7577      | 0,4733 | 0,2929 | 0,1913 | 0,1324 | 0,0962 | 0,0727 | 0,0567 | 0,0454 | 0,0371 |
| 540        | 0,7898      | 0,5212 | 0,3344 | 0,2230 | 0,1562 | 0,1144 | 0,0869 | 0,0680 | 0,0546 | 0,0447 |
| 600        | 0,8153      | 0,5635 | 0,3737 | 0,2543 | 0,1804 | 0,1331 | 0,1016 | 0,0799 | 0,0643 | 0,0527 |

Med ekvation 19 beräknas sedan strålningen som funktion av tid och avstånd från flamman då emissionstalet är 1,0, temperaturen 1073 K och synfaktorn från tabell B.2. Tabell B.3 och figur B.2 visar resultatet där strålningen är angiven i kilowatt.

$$\dot{q}'' = F_{d1-2} \cdot 1,0 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1073^4 \quad \text{Ekvation (19)}$$

Tabell B.3. Strålning som funktion av tid och avstånd.

| Tid [s] | Avstånd [m] |      |      |      |      |      |     |     |     |     |
|---------|-------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
|         | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 0       |             |      |      |      |      |      |     |     |     |     |
| 60      | 7,3         | 2,1  | 0,9  | 0,5  | 0,3  | 0,2  | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 120     | 18,9        | 6,3  | 3,0  | 1,7  | 1,1  | 0,8  | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 180     | 29,6        | 11,4 | 5,7  | 3,3  | 2,2  | 1,5  | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |
| 240     | 38,2        | 16,8 | 8,7  | 5,2  | 3,5  | 2,4  | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 0,9 |
| 300     | 44,8        | 22,1 | 12,0 | 7,4  | 4,9  | 3,5  | 2,6 | 2,0 | 1,6 | 1,3 |
| 360     | 49,9        | 27,0 | 15,4 | 9,6  | 6,5  | 4,7  | 3,5 | 2,7 | 2,2 | 1,8 |
| 420     | 53,9        | 31,5 | 18,8 | 12,0 | 8,2  | 5,9  | 4,4 | 3,5 | 2,8 | 2,3 |
| 480     | 56,9        | 35,6 | 22,0 | 14,4 | 9,9  | 7,2  | 5,5 | 4,3 | 3,4 | 2,8 |
| 540     | 59,4        | 39,2 | 25,1 | 16,8 | 11,7 | 8,6  | 6,5 | 5,1 | 4,1 | 3,4 |
| 600     | 61,3        | 42,4 | 28,1 | 19,1 | 13,6 | 10,0 | 7,6 | 6,0 | 4,8 | 4,0 |



Figur B.3. Värmestrålning från bilbranden som funktion av tid och avstånd.

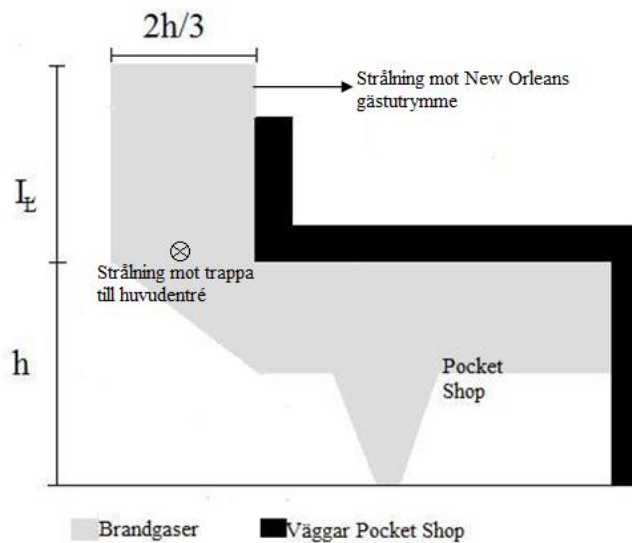
I personbilsscenariot bedöms infallande strålning som funktion av tiden på 10 meters avstånd. Tabell B.3 utgör indata för figur 10.9. Varseblivningstiden i samma scenario bestäms utifrån flamhöjden. Tabell B.1 utökas således med tiden 30 sekunder, vilket redovisas i tabell B.4. Flamhöjden blir 0,6 meter vilket bedöms vara tillräckligt stort för att den ska synas.

Tabell B.4. Flamhöjd i bilbrand efter 30 sekunder.

| Tillväxt diameter [m/s] | Tid [s] | Effekt [kW] | Diameter [m] | Flamhöjd [m] |
|-------------------------|---------|-------------|--------------|--------------|
| 0,006153                | 30      | 19,8        | 0,185        | 0,588        |

### B.2.2 Strålning från balkongplym i Pocket Shop

Det finns risk att köbildning uppstår vid trappan från Plazan till huvudentrén. Därför måste strålning från eventuella flammor som slår ut från butikens öppning beräknas, se figur B.4.



Figur B.4. Balkongplym från Pocket Shop och strålning från denna.

Återigen sätts emissionstalet till 1,0 och flamtemperaturen 1073 K (Brandskyddshandboken, 2005). Höjden på flammen från öppningen i Pocket Shop beräknas med ekvation 23. Ingående data tas från avsnitt 9.1 där öppningens höjd är 2,5 meter, arean 11,25 m<sup>2</sup> och gasernas densitet beräknas till 353/1073=0,33 kg/m<sup>3</sup> (Karlsson & Quintiere, 2000). Resultatet redovisas i tabell B.5.

$$L_L = 2,5 \left( 2,37 \left( \frac{\dot{Q}}{11,25 * 0,33 \sqrt{2,5 * 9,81}} \right)^{2/3} - 1 \right) \quad \text{Ekvation (23)}$$

Tabell B.5. Längd på fönsterflamma från Pocket Shop.

| Tid [s] | Effekt [kW] | Längd fönsterflamma [m] |
|---------|-------------|-------------------------|
| 330     | 5029        | -0,0032                 |
| 335     | 5152        | 0,0373                  |
| 340     | 5277        | 0,0782                  |
| 345     | 5404        | 0,1193                  |
| 350     | 5533        | 0,1607                  |
| 355     | 5663        | 0,2023                  |
| 360     | 5795        | 0,2442                  |
| 365     | 5929        | 0,2864                  |
| 370     | 6065        | 0,3288                  |
| 375     | 6203        | 0,3715                  |
| 380     | 16000       | 2,9008                  |

Under tiden 0 till 335 sekunder blir längden på flammen negativ, vilket innebär att inga lågor slår ut genom öppningen. Därför görs vidare analys enbart på de positiva värdena. Eftersom den maximala effekten vid sprinkleraktivering blir 1056 kW kommer inga lågor att slå ut genom öppningen varför detta scenario inte analyseras vidare.

Flamtjockleken beräknas med ekvation 24 där öppningens höjd är 2,5 meter. Flamtjockleken kan således uppskattas som bredden på en rektangel som strålar från sidan av balkongflamman mot trappan. Höjden av denna rektangel blir längden på flammen.

$$t_f = \frac{2 \cdot 2,5}{3} = 1,667 \text{ meter} \quad \text{Ekvation (24)}$$

Till skillnad från bilbranden delas rektangeln endast in i två rektanglar med bredden a och höjden b. Detta för att undersöka synfaktorn i underkant av flammen och inte i mitten vilket bättre stämmer överens med personers längd. Synfaktorn beräknas med ekvation 25 och i tabell B.6 redovisas indata och den totala synfaktorn för varje tidssteg.

Tabell B.6. Mått på flamma uppskattad som rektanglar samt beräknad synfaktorn som funktion av tid och avstånd.

| Tid [s] | Bredd [m] | Höjd [m] | a [m]  | b [m]  | Synfaktorn som funktion av tid och avstånd [-] |        |        |        |        |        |        |
|---------|-----------|----------|--------|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         |           |          |        |        | Avstånd [m]                                    |        |        |        |        |        |        |
|         |           |          |        |        | 1  | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
| 335     | 1,667     | 0,0373   | 0,8333 | 0,0373 | 0,0139   | 0,0045 | 0,0021 | 0,0012 | 0,0008 | 0,0005 | 0,0004 |
| 340     | 1,667     | 0,0782   | 0,8333 | 0,0782 | 0,0291   | 0,0093 | 0,0044 | 0,0025 | 0,0016 | 0,0011 | 0,0008 |
| 345     | 1,667     | 0,1193   | 0,8333 | 0,1193 | 0,0442   | 0,0142 | 0,0067 | 0,0038 | 0,0025 | 0,0017 | 0,0013 |
| 350     | 1,667     | 0,1607   | 0,8333 | 0,1607 | 0,0592   | 0,0191 | 0,0090 | 0,0052 | 0,0033 | 0,0023 | 0,0017 |
| 355     | 1,667     | 0,2023   | 0,8333 | 0,2023 | 0,0740   | 0,0240 | 0,0113 | 0,0065 | 0,0042 | 0,0029 | 0,0022 |
| 360     | 1,667     | 0,2442   | 0,8333 | 0,2442 | 0,0884   | 0,0289 | 0,0136 | 0,0079 | 0,0051 | 0,0036 | 0,0026 |
| 365     | 1,667     | 0,2864   | 0,8333 | 0,2864 | 0,1024   | 0,0337 | 0,0160 | 0,0092 | 0,0060 | 0,0042 | 0,0031 |
| 370     | 1,667     | 0,3288   | 0,8333 | 0,3288 | 0,1160   | 0,0386 | 0,0183 | 0,0106 | 0,0068 | 0,0048 | 0,0035 |
| 375     | 1,667     | 0,3715   | 0,8333 | 0,3715 | 0,1291   | 0,0434 | 0,0206 | 0,0119 | 0,0077 | 0,0054 | 0,0040 |
| 380     | 1,667     | 2,9008   | 0,8333 | 2,9008 | 0,2790   | 0,1676 | 0,1060 | 0,0709 | 0,0499 | 0,0368 | 0,0280 |

Med ekvation 19 beräknas sedan strålningen som funktion av tid och avstånd från flammen då emissionstalet är 1,0, temperaturen 1073 K och synfaktorn erhålls från tabell B.6. Tabell B.7 visar resultatet där strålningen är angiven i kilowatt och utgör indata för figur 9.17.

$$\dot{q}'' = F_{d1-2} \cdot 1,0 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1073^4 \quad \text{Ekvation (19)}$$

Tabell B.7. Strålning från Pocket Shop mot trappan vid huvudentrén.

| Tid [s] | Avstånd [m] |        |       |       |       |       |       |
|---------|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | 1           | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 335     | 1,048       | 0,335  | 0,157 | 0,090 | 0,058 | 0,041 | 0,030 |
| 340     | 2,189       | 0,700  | 0,330 | 0,189 | 0,122 | 0,086 | 0,063 |
| 345     | 3,325       | 1,067  | 0,503 | 0,289 | 0,187 | 0,130 | 0,096 |
| 350     | 4,450       | 1,435  | 0,676 | 0,389 | 0,252 | 0,176 | 0,130 |
| 355     | 5,558       | 1,802  | 0,851 | 0,490 | 0,317 | 0,221 | 0,163 |
| 360     | 6,643       | 2,169  | 1,026 | 0,590 | 0,382 | 0,267 | 0,197 |
| 365     | 7,699       | 2,535  | 1,201 | 0,692 | 0,448 | 0,313 | 0,231 |
| 370     | 8,721       | 2,899  | 1,377 | 0,794 | 0,514 | 0,359 | 0,265 |
| 375     | 9,705       | 3,260  | 1,552 | 0,895 | 0,580 | 0,405 | 0,299 |
| 380     | 20,971      | 12,598 | 7,964 | 5,329 | 3,754 | 2,762 | 2,107 |



Enligt tabell B.5 blir längden på balkongflamman 2,9 meter. Därför måste dess strålning från mot New Orleans på planet ovanför beräknas, se figur B.4. Resultatet visas i figur 9.8. Indata för denna figur redovisas i tabell B.8.

Tabell B.8. Mått på flamma och rektanglar som strålar mot New Orleans.

| Tid [s] | Bredd [m] | Höjd [m] | höjd -1 [m] | a [m] | b [m]       |
|---------|-----------|----------|-------------|-------|-------------|
| 380     | 4,5       | 2,900754 | 1,900754    | 2,25  | 0,950376794 |

Flamman approximeras som en rektangel och delas upp i fyra mindre rektanglar med bredden a och längden b. Synfaktorn beräknas med ekvation 20 där a och b tas från tabell B.8. Total synfaktor och strålning redovisas i tabell B.9. Ekvation 19 används för att beräkna strålning då emissionstalet är 1,0 och temperaturen 1073 K.

$$\dot{q}'' = F_{d1-2} \cdot 1,0 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1073^4 \quad \text{Ekvation (19)}$$

Tabell B.9. Synfaktor och strålning mot New Orleans gästutrymme.

| Avstånd [m]    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Synfaktor [-]  | 0,621  | 0,356  | 0,213  | 0,137  | 0,094 | 0,068 | 0,051 | 0,040 | 0,032 |
| Strålning [kW] | 46,639 | 26,720 | 16,001 | 10,308 | 7,085 | 5,129 | 3,868 | 3,013 | 2,410 |

### B.3 Kontroll av brandgaser

Huruvida rökluckornas kapacitet i Sky City är tillräckliga för att hålla brandgaslagret på en säker höjd borde simulerats i FDS, men på grund av kapacitets- och tidsbrist utförs istället beräkningen med hjälp av tillgängliga handberäkningsmodeller. Kritisk nivå från entresolen beräknas enligt avsnitt 6.2 och blir  $1,6 + 0,1 \cdot 7 = 2,3$  meter. Då entresolen ligger ungefär 4 meter ovanför plan 3 blir den kritiska nivån för sky city 6,3 meter. För att beräkna nödvändig area på rökluckor används ekvation 25 – 29 (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$\dot{m} = \dot{m}_p = 0,076 \cdot \dot{Q}^{1/3} \cdot z^{5/3} \quad \text{Ekvation (25)}$$

där,

|             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| $\dot{m}$   | massflöde [kg/s]            |
| $\dot{m}_p$ | massflöde plym [kg/s]       |
| $\dot{Q}$   | effektutveckling [kW]       |
| $z$         | höjd till brandgaslager [m] |

$$\Delta P_l = \frac{\dot{m}^2}{2\rho_\infty(C_d A_D)^2} \quad \text{Ekvation (26)}$$

där,

|               |  |
|---------------|--|
| $\Delta P_l$  | tryckskillnad över öppning vid golv [Pa]   |
| $\dot{m}$     | massflöde [kg/s]                           |
| $\rho_\infty$ | omgivningens densitet [kg/m <sup>3</sup> ] |

$C_d$  flödeskoefficient [-]  
 $A_D$  area öppning vid golv [ $m^2$ ]

$$T_g = T_\infty + \frac{\dot{Q}}{c_p \dot{m}_e + h_k A_w} \quad \text{Ekvation (27)}$$

där,

$T_g$  gasers temperatur [K]  
 $T_\infty$  omgivningens temperatur [K]  
 $\dot{Q}$  effektutveckling [kW]  
 $c_p$  specifik värmekapacitet [kJ/kgK]  
 $\dot{m}_e$  massflöde ut genom rökluckor [kg/s]  
 $h_k$  värmeövergångstal [ $W/m^2K$ ]  
 $A_w$  area i kontakt med brandgaser [ $m^2$ ]

$$\rho_g = \frac{353}{T_g} \quad \text{Ekvation (28)}$$

där,

$\rho_g$  densitet för gaser [ $kg/m^3$ ]  
 $T_g$  gasers temperatur [K]

$$A_e = \frac{\dot{m}_e}{C_d \sqrt{2\rho_g(-\Delta P_l + (\rho_\infty - \rho_g)g(H-z))}} \quad \text{Ekvation (29)}$$

där,

$A_e$  area rökluckor [ $m^2$ ]  
 $\dot{m}_e$  massflöde ut genom rökluckor [kg/s]  
 $C_d$  flödeskoefficient [-]  
 $\rho_g$  densitet för gaser [ $kg/m^3$ ]  
 $\Delta P_l$  tryckskillnad över öppning vid golv [Pa]  
 $\rho_\infty$  omgivningens densitet [ $kg/m^3$ ]  
 $g$  tyngdaccelerationen [ $9,81 m/s^2$ ]  
 $H$  takhöjd [m]  
 $z$  höjd till brandgaslager [m]

Effekten sätts till den maximala effekten för alla tre scenarier vilken är 16000 kW och brandgaslagrets höjd bestäms till 6,3 meter. Detta ger massflöde enligt ekvation 25.

$$\dot{m} = \dot{m}_p = 0,076 * 16000^{1/3} * 6,3^{5/3} = 41,2 \text{ kg/s} \quad \text{Ekvation (25)}$$

Massflödet ut genom luckorna ska vara detsamma som massflödet från plymen vilket ger att samma värde används på detta i ekvationerna. Värmeövergångstalet beräknas med ekvation 30, där talet måste sedan divideras med 1000 för att få rätt enhet. Tiden till dess att stationära förhållanden uppstår kan grovt sättas till 600 sekunder (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$h_k = \frac{\sqrt{\frac{kpc}{\pi t}}}{1000} = \frac{\sqrt{\frac{5,8 \cdot 10^5}{\pi \cdot 600}}}{1000} = 0,01754 \text{ kW/m}^2\text{K} \quad \text{Ekvation (30)}$$

För att beräkna arean som är i kontakt med brandgaserna uppskattas Plazan som en rektangulär box med måtten  $240 \cdot 15 \cdot 11 \text{ m}^3$ . Brandgaslagrets tjocklek blir  $11 - 6,3 = 4,7$  meter vilket ger total area =  $240 \cdot 4,7 \cdot 2 + 15 \cdot 4,7 \cdot 2 + 240 \cdot 15 = 5997 \text{ m}^2$ .

Temperaturen ges av ekvation 27, där omgivningens temperatur är 293 K, effekten 16000 kW, massflödet 41,2 kg/s, den specifika värmekapaciteten 1,0 kJ/kgK, värmeövergångstalet 0,01754 kW/m<sup>2</sup>K och arean i kontakt med brandgaserna 5997 m<sup>2</sup>.

$$T_g = 293 + \frac{16000}{1 \cdot 41,2 + 0,01754 \cdot 5997} = 402 \text{ K} \quad \text{Ekvation (27)}$$

Gasernas densitet beräknas sedan med ekvation 28 där gasernas temperatur är 402 K.

$$\rho_g = \frac{353}{402} = 0,878 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Ekvation (28)}$$

Beräkningarna sammanfattas i tabell B.10.

Tabell B.10. Sammanfattning av beräkningar för brandgaslager.

| Brandgaslagrets höjd [m] | Massflöde [kg/s] | Effekt [kW] | Gasers temp. [K] | Gasers densitet [kg/m <sup>3</sup> ] |
|--------------------------|------------------|-------------|------------------|--------------------------------------|
| 6,3                      | 41,2             | 16000       | 402              | 0,878                                |

Rökluckornas area beräknas med ekvation 29 där massflödet är 41,2, flödeskoefficienten 0,6 (Karlsson & Quintiere, 2000), gasers densitet 0,878 kg/m<sup>3</sup>, omgivningens densitet 1,2 kg/m<sup>3</sup>, takhöjden 11 meter och brandgaslagrets höjd 6,3 meter.

$$A_e = \frac{41,2}{0,6 \sqrt{2 \cdot 0,878 (-\Delta P_l + (1,2 - 0,878) \cdot 9,81 \cdot (11 - 6,3))}} \quad \text{Ekvation (29)}$$

Nu är rökluckornas area endast beroende av tryckskillnaden över öppningar i golvnivå. Tryckskillnaden beror på öppningens area enligt ekvation 26.

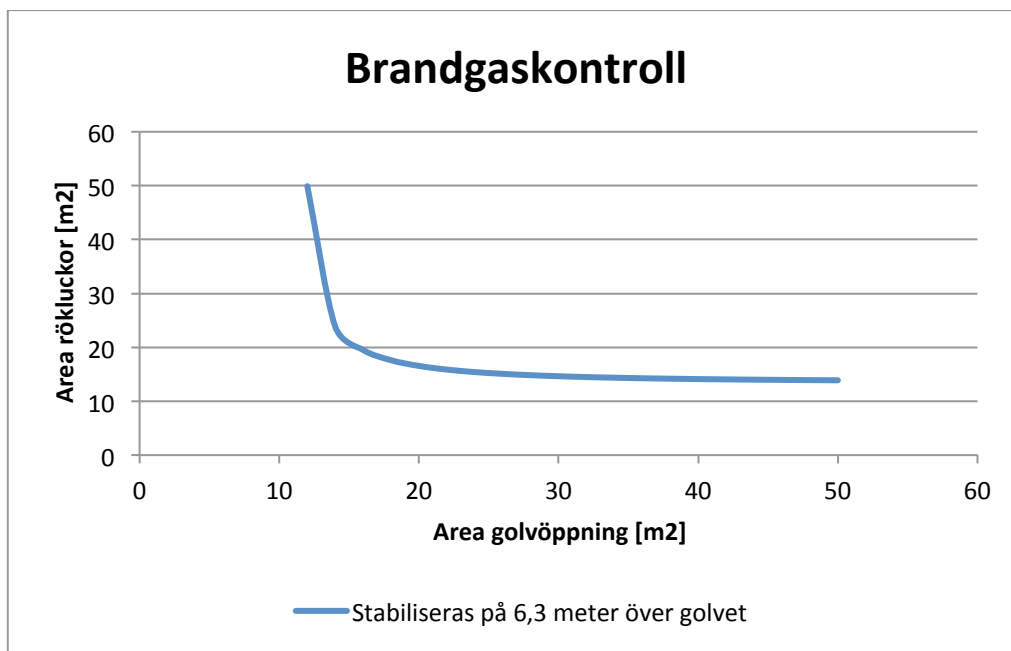
$$\Delta P_l = \frac{41,2^2}{2 \cdot 1,2 \cdot (0,6 \cdot A_D)^2} \quad \text{Ekvation (26)}$$

Tryckskillnaden beräknas när öppningens area varierar mellan 12 och 50 m<sup>2</sup>. För varje area beräknas den area som krävs på rökluckorna för att brandgaslagret ska stabiliseras vid 6,3 meter över golvet i Sky City och resultatet redovisas i tabell B.11.

Tabell B.11. Tryckfall över golvöppning samt minsta möjliga area för rökluckor för given area på golvöppning.

| Golvöppningars area [m <sup>2</sup> ] | Tryckfall över golvöppning [Pa] | Rökluckors area [m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 12                                    | 13,7685                         | 49,9518                           |
| 14                                    | 10,11564                        | 23,91467                          |
| 16                                    | 7,744784                        | 19,52446                          |
| 18                                    | 6,119335                        | 17,61453                          |
| 20                                    | 4,956662                        | 16,54768                          |
| 22                                    | 4,096414                        | 15,87231                          |
| 24                                    | 3,442126                        | 15,41061                          |
| 26                                    | 2,932936                        | 15,07792                          |
| 28                                    | 2,528909                        | 14,82874                          |
| 30                                    | 2,202961                        | 14,63648                          |
| 32                                    | 1,936196                        | 14,48457                          |
| 34                                    | 1,715108                        | 14,3622                           |
| 36                                    | 1,529834                        | 14,262                            |
| 38                                    | 1,373036                        | 14,17882                          |
| 40                                    | 1,239165                        | 14,10894                          |
| 42                                    | 1,12396                         | 14,04963                          |
| 44                                    | 1,024104                        | 13,99882                          |
| 46                                    | 0,936987                        | 13,95494                          |
| 48                                    | 0,860532                        | 13,91677                          |
| 50                                    | 0,793066                        | 13,88334                          |

Tabell B.11 redovisas även i figur B.5. Enligt ritningar är de befintliga rökluckornas area 20 m<sup>2</sup>, vilket innebär att golvöppningens area minst måste vara 16 m<sup>2</sup>. Huruvida detta finns på Sky City är okänt.



Figur B.5. Area rökluckor som funktion av area golvöppning.

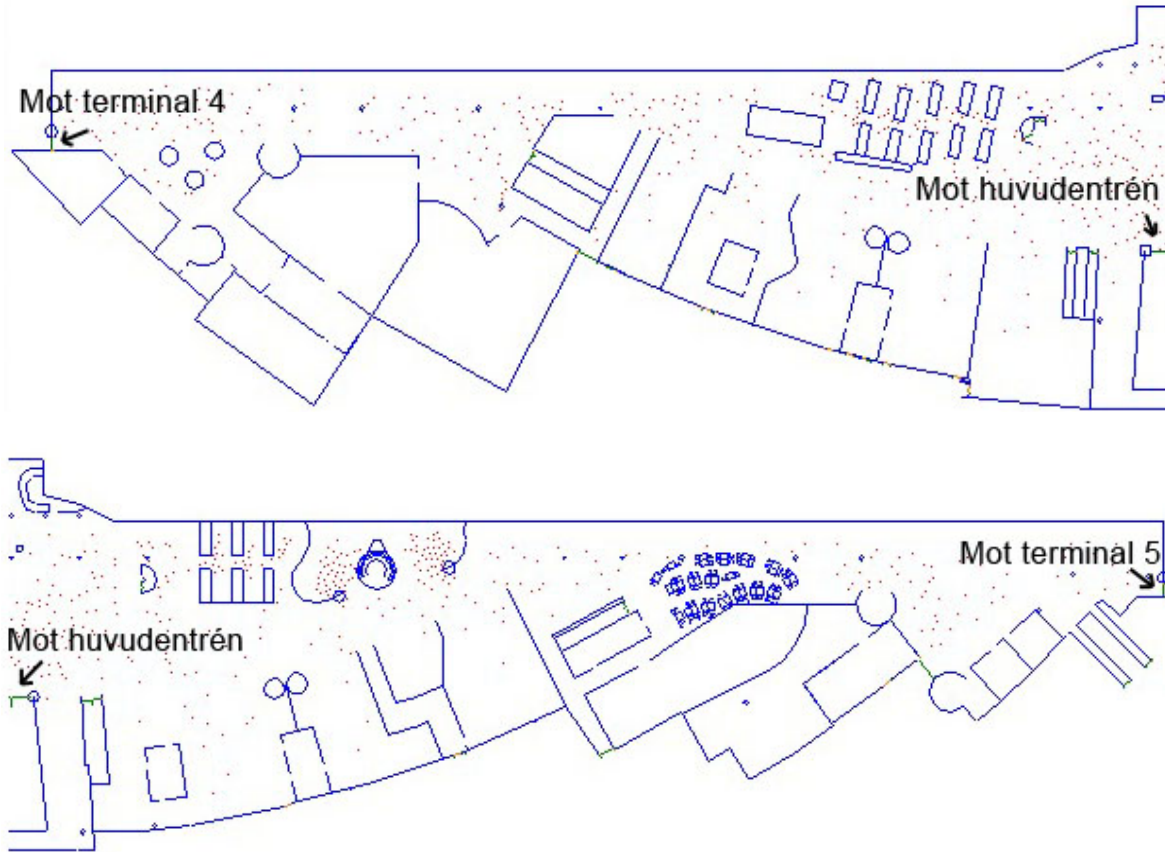
## Bilaga C – Utrymningssimuleringar i Simulex

I Simulex beräknas förflyttningstiden genom att simulera en utrymningssituation. Ritningarna som används i simuleringarna har förenklats något för att ge mer realistiska flöden och antaganden angående vilka utrymningsvägar som används följer resonemanget i avsnitt 6.3. Den beräknade förflyttningstiden är således inget exakt värde utan medför en viss osäkerhet. Den förenklade geometrin ger en lägre förflyttningstid medan orealistisk köbildning i programmet leder till en längre tid. Dessa antas balansera varandra så att den simulerade tiden ger en bra fingervisning angående förflyttningstiden. Längd och bredd på de trappor som används har tagits från tillgängliga ritningar. Personerna har programmerats att reagera direkt vid simuleringens början för att endast få en tid för förflyttning.

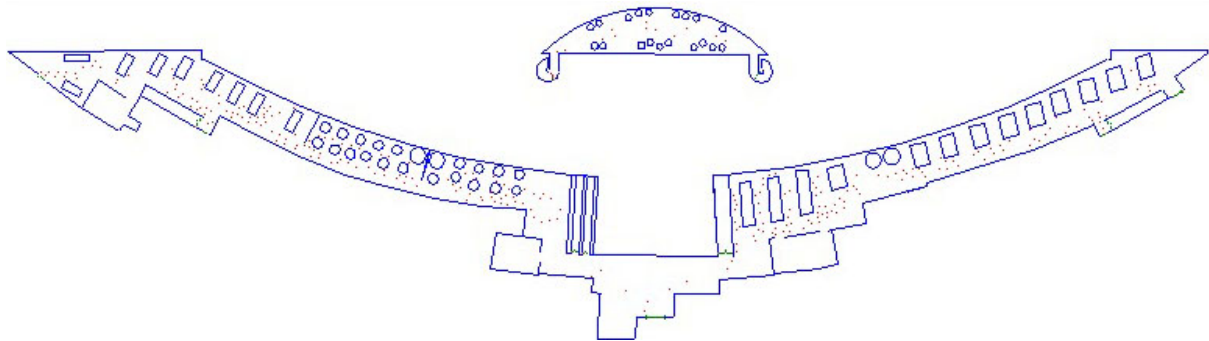
I samtliga simuleringar har 30 % av besökarna antagits befinna sig på entresolen. Antal personer som används i simuleringarna baseras på tillhandahållen statistik vilken är 600 personer<sup>15</sup> och den maximala personbelastningen bedöms vara 900 personer, inklusive personer som vid en utrymningssituation passerar genom avgränsningen från andra utrymnen. Personerna på plan fyra fördelas jämnt på de fyra huvudsakliga trappor som finns förutsatt att ingen av dessa blockeras av branden.

Fördelningen av persontyper som kan befinna sig i Sky City antas vara 50 % män, 39 % kvinnor, 9 % barn, 1 % äldre, 1 % handikappade. Detta antas representera personerna som uppehåller sig i Sky City då det är troligt att fler män jobbar i byggnaden än kvinnor. I Simulex påverkar detta förflyttningstiden eftersom äldre och handikappade har en lägre gånghastighet medan kvinnor och barn har en mindre kroppshydda än män. För att ta reda på vilka faktorer som har störst inverkan på förflyttningstiden genomförs en känslighetsanalys där personantal, personfördelning, tillgängliga utrymningsvägar och personernas placering varierar i ett antal simuleringar som redovisas i tabell C.1. Om inget annat anges har personfördelningen varit den enligt ovan. De personer som placeras ut i simuleringarna programmeras till den utgång de förväntas använda och i simulering 1 – 3 har någon av de största utrymningsvägarna blockerats. I nummer 4 – 11 varierar personantalet, i 12 – 14 varierar personers ursprungliga placering och i 15 – 18 varierar personfördelningen. I simuleringarna 19 – 21 undersöks extremfall där bara en utrymningsväg finns att tillgå. Simulering nummer 25 är då alla utrymningsvägar kan användas förutom spiraltrappan mitt på Plazan. I figur C.1 – C.3 ses geometrin som använts i Simulex samt startpositionerna för 900 personer. Plan tre delas på mitten för att kunna skönja detaljer.

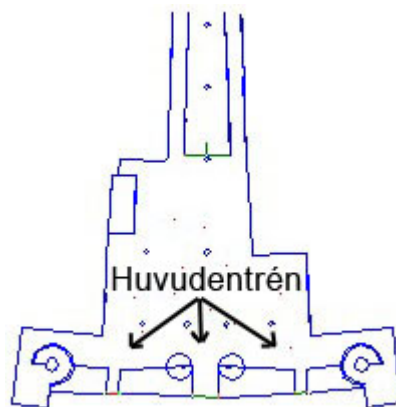
<sup>15</sup> Göran Nord, Swedavia Fastighetsförvaltning, Personligt samtal 2012-02-03



Figur C.1. Geometri i Simulex, plan tre.



Figur C.2. Geometri i Simulex, plan fyra.



Figur C.3. Geometri i Simulex, plan två.

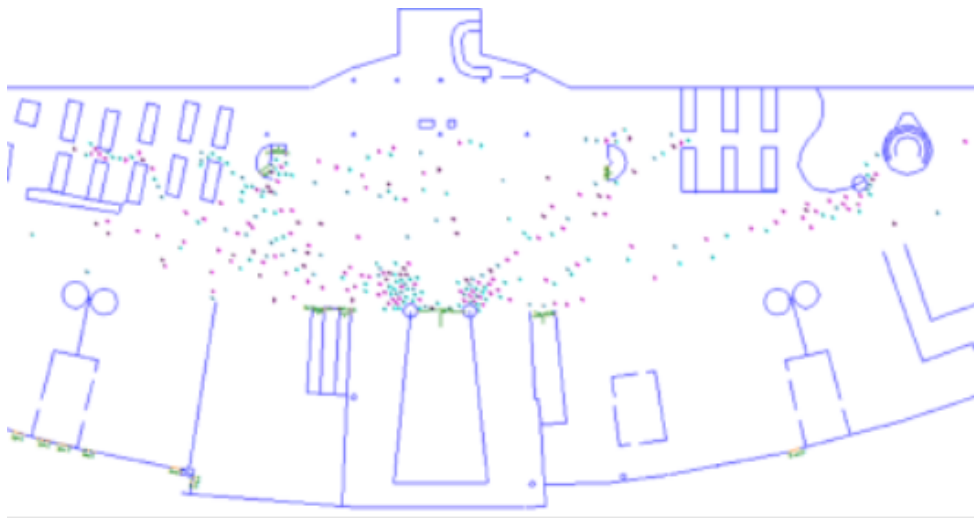
Tabell C.1. Resultat från simuleringar utförda i Simulex med olika indatavärden.

| Simulering | Namn                 | Utrymningsvägar   | Antal personer | Fördelning våning (3, 4) | Förflyttningstid [s] |
|------------|----------------------|---|----------------|--------------------------|----------------------|
| 1          | Huvudentré blockerad | Terminal 4 och 5  | 900            | (630, 270)               | 302                  |
| 2          | Terminal 4 blockerad | Huvudentré och terminal 5   | 900            | (630, 270)               | 394                  |
| 3          | Terminal 5 blockerad | Huvudentré och terminal 4   | 900            | (630, 270)               | 332                  |
| 4          | Antal-1              | Huvud., term. 4-5   | 1000           | (700, 300)               | 213                  |
| 5          | Antal-2              | Huvud., term. 4-5   | 900            | (630, 270)               | 205                  |
| 6          | Antal-3              | Huvud., term. 4-5   | 800            | (560, 240)               | 184                  |
| 7          | Antal-4              | Huvud., term. 4-5   | 700            | (490, 210)               | 174                  |
| 8          | Antal-5              | Huvud., term. 4-5   | 600            | (420, 180)               | 125                  |
| 9          | Antal-6              | Huvud., term. 4-5   | 500            | (350, 150)               | 112                  |
| 10         | Antal-7              | Huvud., term. 4-5   | 400            | (280, 120)               | 108                  |
| 11         | Antal-8              | Huvud., term. 4-5   | 300            | (210, 90)                | 86                   |
| 12         | Jämn fördelning      | Huvud., term. 4-5   | 200            | (140, 60)                | 155                  |
| 13         | Lunch                | Huvud., term. 4-5   | 200            | (140, 60)                | 193                  |
| 14         | Grupperingar         | Huvud., term. 4-5   | 200            | (140, 60)                | 173                  |
| 15         | Kontorsfolk          | Huvud., term. 4-5   | 300            | (210, 90)                | 115                  |
| 16         | Turister             | Huvud., term. 4-5   | 300            | (210, 90)                | 169                  |
| 17         | Fler barn            | Huvud., term. 4-5   | 300            | (210, 90)                | 140                  |
| 18         | Fler äldre           | Huvud., term. 4-5   | 300            | (210, 90)                | 170                  |
| 19         | Extrem-1             | Terminal 4  | 200            | (140, 60)                | 435                  |
| 20         | Extrem-2             | Terminal 5  | 200            | (140, 60)                | 395                  |
| 21         | Extrem-3             | Huvudentré  | 200            | (140, 60)                | 211                  |
| 22         | New Orleans          | Huvudentré, terminal 4 och 5 med blockerad trappa vid New Orleans | 900            | (630, 270)               | 237                  |
| 23         | Alla 1               | Alla utgångar tillgängliga  | 600            | (420, 180)               | 113                  |
| 24         | Alla 2               | Alla utgångar tillgängliga  | 900            | (630, 270)               | 163                  |
| 25         | Alla 3               | Alla utgångar tillgängliga förutom spiraltrappan mitt på Plazan   | 600            | (420, 180)               | 116                  |

Tabellen visar att de faktorer som påverkar förflyttningstiden mest är personantalet, persontypen och hur många utrymningsvägar som kan användas. Vid en hög persontäthet bildas lättare köer och trängseln blir högre vid dörrar, något som minskar hastigheten genom dörren. Fler långsamma människor, så som äldre, ger en längre förflyttningstid. Dels på grund av att det tar längre tid för dem att nå utrymningsvägen men även för att de kan orsaka köbildning i trappor eller andra trånga utrymmen. Från simuleringsförsöken kan det även utläsas att den utrymningsväg som har störst påverkan är huvudentrén, vilket är rimligt eftersom den är betydligt större än övriga.

### C.1 Osäkerheter

I Simulex kan det uppstå köbildning vid vissa utrymningsvägar, se figur C.4. I verkligheten kan folk vid köbildning välja en annan väg. För att minska köbildningar sätts cirklar ut där personer annars lätt fastnar, detta minskar köbildning något och ger ett mer verklighetstroget flöde. Personerna i Simulex väljer alltid den kortaste vägen till utrymningsvägen, medan personer i verkligheten till exempel förmodligen går runt borden på Plazan. Detta bedöms dock inte ha en allt för stor inverkan på förflyttningstiden. Sky City har utbildad personal som ska hänvisa folk till närmaste nödutgång. Om detta skulle fungera optimalt blir förflyttningstiden för 900 personer 2,7 minuter. De förflyttningstider som används i rapporten kan således anses vara konservativa.



Figur C.4. Tydlig köbildning vid trappan ned till huvudentrén på plan två.

Lokalkännedomen bedöms generellt sätt vara låg då personer utöver de som arbetar på Sky City bara är där temporärt. Besökarna kan vara alla olika typer av människor, från olika länder och i olika åldrar vilket medför osäkerheter i personfördelningen. Om det finns handikappade personer i byggnaden kan det påverka andra människors tid att utrymma eftersom de som kanske hjälper till måste ta en annan väg eller orsakar köbildning (Frantzich, 2001). Resultaten kan inte jämföras med data från utrymningsövningar eftersom sådana inte utförts i någon större utsträckning i liknande lokaler (Canter, 1985). Simuleringarna baseras därför endast på den statistik som finns angående hur många som vistas på Plazan som uppskattningar med avseende på personfördelning.



## Bilaga D – Detact QS beräkningar

Vid handberäkning av tiden till detektoraktivering krävs ett värde på brandgasernas hastighet. Då detta saknas och ett antaget värde tillför alltför stor osäkerhet eftersom brandförloppet är transient används Detact QS för att beräkna detektoraktiveringstiden. För att göra dessa beräkningar krävs kännedom om de begränsningar som användandet medför, mer om begränsningarna återfinns i bilaga A.

I de publika delarna av Sky City används rökdetektorer överallt förutom på Plazan där linjerökdetektorer används. Ett vanligt sätt att beräkna aktivering av rökdetektorer är att använda temperaturhöjningen i brandgaserna, där höjning av 13 °C användas för en rökdetektor och detektorns RTI-värde rekommenderas till 0,5 ms<sup>(1/2)</sup>. Att enbart använda temperaturen kan vara missvisande då olika material utvecklar olika mycket rök med olika egenskaper vilket ger olika aktiveringstider på detektorn. Nämnas bör även att det finns de som menar att temperaturhöjningen bör sättas till ett lägre värde än 13 °C, vilket tyder på att resultaten i denna rapport är konservativa (Brandskyddshandboken, 2005). I tabell D.1 – D.4 redovisas beräkningar som utförts i Detact-QS för en brand i New Orleans. Då avståndet till detektorn från brandplymens mitt inte är känt har beräkningarna utförts med olika avstånd.

Tabell D.1. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 1,5 meter.

```

CEILING HEIGHT= 3 m      9.84252 ft
RADIUS= 1.5 m           4.92126 ft
DET ACT TEMP= 33 C     91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)    .905655 (ft*s)^(1/2)

```

| TIME | FIRE | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|------|------|----------|----------|----------|----------|
| sec  | kW   | C        | C        | F        | F        |
| 0.0  | 0.0  | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0 | 10.0 | 25.9     | 25.6     | 78.7     | 78.1     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 18.0 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.2. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 6 meter.

```

CEILING HEIGHT= 3 m      9.84252 ft
RADIUS= 6 m             19.68504 ft
DET ACT TEMP= 33 C     91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)    .905655 (ft*s)^(1/2)

```

| TIME | FIRE | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|------|------|----------|----------|----------|----------|
| sec  | kW   | C        | C        | F        | F        |
| 0.0  | 0.0  | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0 | 10.0 | 22.3     | 22.1     | 72.2     | 71.8     |
| 20.0 | 40.0 | 26.0     | 25.7     | 78.9     | 78.3     |
| 30.0 | 90.0 | 30.5     | 30.1     | 86.9     | 86.2     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 35.7 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.3. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 12 meter.

```

CEILING HEIGHT= 3 m      9.84252 ft
RADIUS= 12 m            39.37008 ft
DET ACT TEMP= 33 C     91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)    .905655 (ft*s)^(1/2)

```

| TIME | FIRE  | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|------|-------|----------|----------|----------|----------|
| sec  | kW    | C        | C        | F        | F        |
| 0.0  | 0.0   | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0 | 10.0  | 21.5     | 21.3     | 70.7     | 70.3     |
| 20.0 | 40.0  | 23.8     | 23.5     | 74.8     | 74.3     |
| 30.0 | 90.0  | 26.6     | 26.3     | 79.9     | 79.4     |
| 40.0 | 160.0 | 29.8     | 29.5     | 85.6     | 85.0     |
| 50.0 | 250.0 | 33.3     | 32.9     | 91.9     | 91.3     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 50.2 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.4. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 20 meter.

```

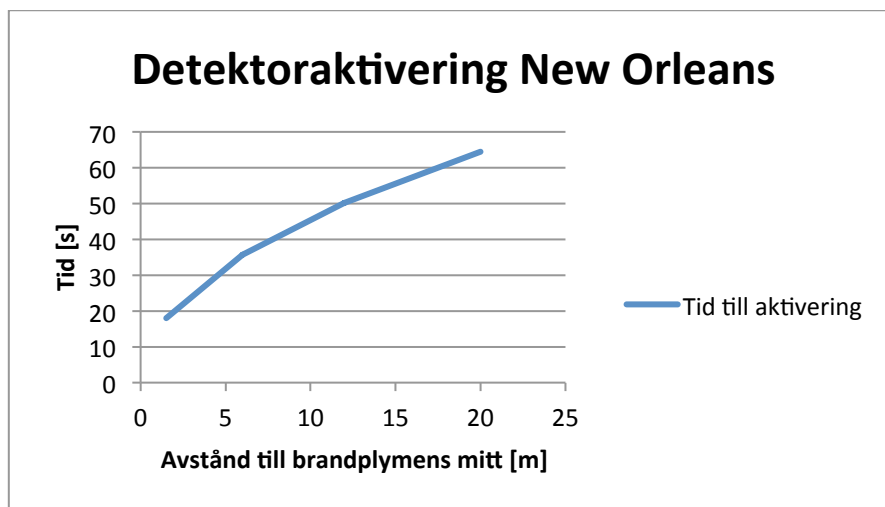
CEILING HEIGHT= 3 m      9.84252 ft
RADIUS= 20 m           65.6168 ft
DET ACT TEMP= 33 C     91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(<1/2>)  .905655 (ft*s)^(<1/2>)

```

| TIME | FIRE  | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|------|-------|----------|----------|----------|----------|
| sec  | kW    | C        | C        | F        | F        |
| 0.0  | 0.0   | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0 | 10.0  | 21.1     | 20.9     | 69.9     | 69.7     |
| 20.0 | 40.0  | 22.7     | 22.5     | 72.9     | 72.4     |
| 30.0 | 90.0  | 24.7     | 24.4     | 76.5     | 76.0     |
| 40.0 | 160.0 | 27.0     | 26.7     | 80.5     | 80.0     |
| 50.0 | 250.0 | 29.4     | 29.1     | 85.0     | 84.5     |
| 60.0 | 360.0 | 32.1     | 31.8     | 89.7     | 89.2     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 64.4 SECONDS \*\*\*\*

En sammanställning av den beräknade detektoraktiveringstiden vid olika avstånd från branden redovisas i figur D.1.



Figur D.1. Sammanställning av den beräknade detektoraktiveringstiden vid olika avstånd till branden.

I tabell D.5 – D.8 redovisas beräkningar som utförts i Detact QS för en brand i Pocket Shop.

Tabell D.5. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 1,5 meter.

```

CEILING HEIGHT= 2.5 m      8.2021 ft
RADIUS= 1.5 m           4.92126 ft
DET ACT TEMP= 33 C     91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(<1/2>)  .905655 (ft*s)^(<1/2>)

```

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

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 2.3 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.6. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 6 meter.

```

CEILING HEIGHT= 2.5 m      8.2021 ft
RADIUS= 6 m           19.68504 ft
DET ACT TEMP= 33 C     91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(<1/2>)  .905655 (ft*s)^(<1/2>)

```

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

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 4.7 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.7. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 12 meter.

```

CEILING HEIGHT= 2.5 m      8.2021 ft
RADIUS= 12 m      39.37008 ft
DET ACT TEMP= 33 C      91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)      .905655 (ft*s)^(1/2)

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

**** DETECTOR ACTUATION AT      6.9 SECONDS ****

```

Tabell D.8. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 20 meter.

```

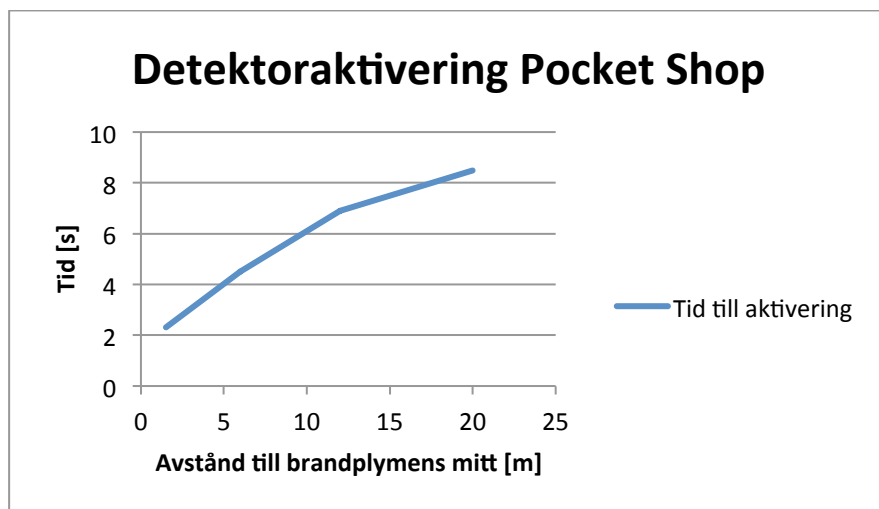
CEILING HEIGHT= 2.5 m      8.2021 ft
RADIUS= 20 m      65.6168 ft
DET ACT TEMP= 33 C      91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)      .905655 (ft*s)^(1/2)

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

**** DETECTOR ACTUATION AT      8.5 SECONDS ****

```

En sammanställning av den beräknade detektoraktiveringstiden vid olika avstånd från branden redovisas i figur D.2.



Figur D.2. Sammanställning av den beräknade detektoraktiveringstiden vid olika avstånd till branden.

I tabell D.9 – D.12 redovisas beräkningar som utförs i Detact QS för en brand i en personbil mitt på Plazan. Då linjerökdetektorer är placerade på Plazan bör egentligen siktnedsättning analyseras i detta fall. Information saknas dock om vid vilken nedsättning dessa aktiverar samt att mätningar i FDS-simuleringar inte gjorts på denna höjd. Eftersom det är högt i tak kommer brandgaserna att kylas innan de når detektorerna, vilket innebär att en beräkning till detektoraktivering som bygger på en temperaturhöjning blir ett konservativt val i detta fall. Därför bedöms samma tillvägagångssätt som för de optiska detektorerna kunna användas.

Tabell D.9. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 1,5 meter.

```

CEILING HEIGHT= 11 m      36.08924 ft
RADIUS= 1.5 m             4.92126 ft
DET ACT TEMP= 33 C       91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)     .905655 (ft*s)^(1/2)

```

| TIME  | FIRE  | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| sec   | kW    | C        | C        | F        | F        |
| 0.0   | 0.0   | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0  | 13.2  | 21.6     | 21.6     | 70.9     | 70.8     |
| 20.0  | 26.4  | 22.7     | 22.6     | 72.8     | 72.7     |
| 30.0  | 39.6  | 23.5     | 23.5     | 74.4     | 74.3     |
| 40.0  | 52.8  | 24.3     | 24.3     | 75.7     | 75.7     |
| 50.0  | 66.0  | 25.0     | 25.0     | 77.0     | 77.0     |
| 60.0  | 79.2  | 25.7     | 25.6     | 78.2     | 78.2     |
| 70.0  | 118.8 | 27.3     | 27.3     | 81.2     | 81.1     |
| 80.0  | 158.4 | 28.9     | 28.9     | 84.1     | 84.0     |
| 90.0  | 198.0 | 30.4     | 30.4     | 86.7     | 86.7     |
| 100.0 | 237.6 | 31.8     | 31.7     | 89.2     | 89.1     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 109.7 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.10. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 6 meter.

```

CEILING HEIGHT= 11 m      36.08924 ft
RADIUS= 6 m               19.68504 ft
DET ACT TEMP= 33 C       91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)     .905655 (ft*s)^(1/2)

```

| TIME  | FIRE  | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| sec   | kW    | C        | C        | F        | F        |
| 0.0   | 0.0   | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0  | 13.2  | 20.8     | 20.7     | 69.4     | 69.3     |
| 20.0  | 26.4  | 21.3     | 21.2     | 70.3     | 70.2     |
| 30.0  | 39.6  | 21.7     | 21.7     | 71.0     | 71.0     |
| 40.0  | 52.8  | 22.0     | 22.0     | 71.7     | 71.6     |
| 50.0  | 66.0  | 22.4     | 22.4     | 72.3     | 72.3     |
| 60.0  | 79.2  | 22.7     | 22.7     | 72.9     | 72.8     |
| 70.0  | 118.8 | 23.5     | 23.5     | 74.3     | 74.2     |
| 80.0  | 158.4 | 24.3     | 24.2     | 75.7     | 75.6     |
| 90.0  | 198.0 | 25.0     | 24.9     | 76.9     | 76.9     |
| 100.0 | 237.6 | 25.6     | 25.6     | 78.1     | 78.1     |
| 110.0 | 277.2 | 26.2     | 26.2     | 79.2     | 79.2     |
| 120.0 | 316.8 | 26.8     | 26.8     | 80.3     | 80.2     |
| 130.0 | 382.8 | 27.7     | 27.7     | 81.9     | 81.8     |
| 140.0 | 448.8 | 28.6     | 28.6     | 83.5     | 83.4     |
| 150.0 | 514.8 | 29.4     | 29.4     | 85.0     | 84.9     |
| 160.0 | 580.8 | 30.2     | 30.2     | 86.4     | 86.4     |
| 170.0 | 646.8 | 31.0     | 31.0     | 87.8     | 87.7     |
| 180.0 | 712.8 | 31.7     | 31.7     | 89.1     | 89.1     |
| 190.0 | 805.2 | 32.7     | 32.7     | 90.9     | 90.8     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 193.3 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.11. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 12 meter.

```

CEILING HEIGHT= 11 m      36.08924 ft
RADIUS= 12 m              39.37008 ft
DET ACT TEMP= 33 C       91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)     .905655 (ft*s)^(1/2)

```

| TIME  | FIRE   | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|-------|--------|----------|----------|----------|----------|
| sec   | kW     | C        | C        | F        | F        |
| 0.0   | 0.0    | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0  | 13.2   | 20.5     | 20.4     | 68.9     | 68.8     |
| 20.0  | 26.4   | 20.8     | 20.8     | 69.4     | 69.4     |
| 30.0  | 39.6   | 21.1     | 21.0     | 69.9     | 69.9     |
| 40.0  | 52.8   | 21.3     | 21.3     | 70.3     | 70.3     |
| 50.0  | 66.0   | 21.5     | 21.5     | 70.7     | 70.7     |
| 60.0  | 79.2   | 21.7     | 21.7     | 71.1     | 71.0     |
| 70.0  | 118.8  | 22.2     | 22.2     | 72.0     | 71.9     |
| 80.0  | 158.4  | 22.7     | 22.7     | 72.8     | 72.8     |
| 90.0  | 198.0  | 23.1     | 23.1     | 73.6     | 73.6     |
| 100.0 | 237.6  | 23.5     | 23.5     | 74.4     | 74.3     |
| 110.0 | 277.2  | 23.9     | 23.9     | 75.1     | 75.0     |
| 120.0 | 316.8  | 24.3     | 24.3     | 75.7     | 75.7     |
| 130.0 | 382.8  | 24.9     | 24.8     | 76.8     | 76.7     |
| 140.0 | 448.8  | 25.4     | 25.4     | 77.7     | 77.7     |
| 150.0 | 514.8  | 25.9     | 25.9     | 78.7     | 78.6     |
| 160.0 | 580.8  | 26.4     | 26.4     | 79.6     | 79.5     |
| 170.0 | 646.8  | 26.9     | 26.9     | 80.5     | 80.4     |
| 180.0 | 712.8  | 27.4     | 27.4     | 81.3     | 81.3     |
| 190.0 | 805.2  | 28.0     | 28.0     | 82.4     | 82.4     |
| 200.0 | 897.6  | 28.6     | 28.6     | 83.5     | 83.5     |
| 210.0 | 990.0  | 29.2     | 29.2     | 84.6     | 84.5     |
| 220.0 | 1082.4 | 29.8     | 29.8     | 85.6     | 85.6     |
| 230.0 | 1174.8 | 30.3     | 30.3     | 86.6     | 86.5     |
| 240.0 | 1267.2 | 30.9     | 30.8     | 87.6     | 87.5     |
| 250.0 | 1386.0 | 31.5     | 31.5     | 88.8     | 88.7     |
| 260.0 | 1504.8 | 32.2     | 32.2     | 89.9     | 89.9     |
| 270.0 | 1623.6 | 32.8     | 32.8     | 91.1     | 91.0     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 273.3 SECONDS \*\*\*\*

Tabell D.12. Beräkningar utförda i Detact QS, avståndet mellan brandens mitt och detektorn är 20 meter.

```

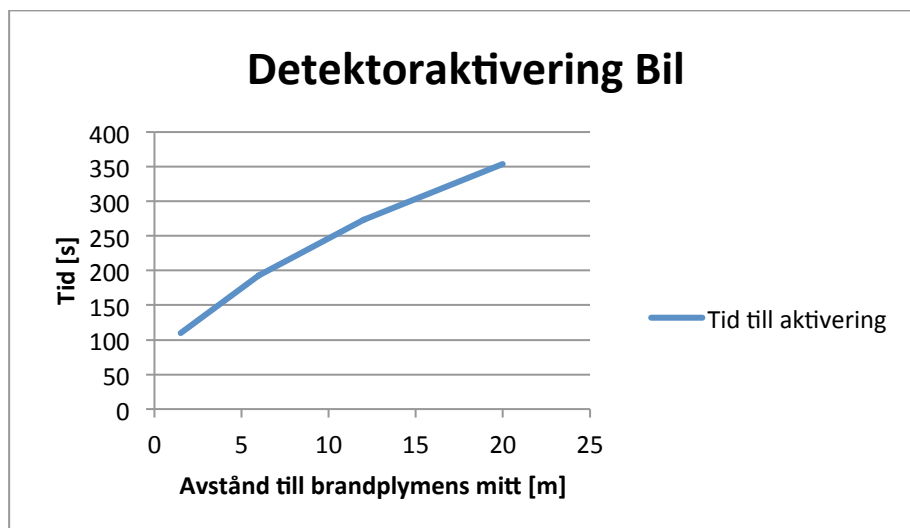
CEILING HEIGHT= 11 m      36.08924 ft
RADIUS= 20 m             65.6168 ft
DET ACT TEMP= 33 C      91.39999 F
RTI= .5 (m*s)^(1/2)     .905655 (ft*s)^(1/2)

```

| TIME  | FIRE   | GAS TEMP | DET TEMP | GAS TEMP | DET TEMP |
|-------|--------|----------|----------|----------|----------|
| sec   | kW     | C        | C        | F        | F        |
| 0.0   | 0.0    | 20.0     | 20.0     | 68.0     | 68.0     |
| 10.0  | 13.2   | 20.3     | 20.3     | 68.6     | 68.6     |
| 20.0  | 26.4   | 20.6     | 20.5     | 69.0     | 69.0     |
| 30.0  | 39.6   | 20.8     | 20.7     | 69.4     | 69.3     |
| 40.0  | 52.8   | 20.9     | 20.9     | 69.7     | 69.6     |
| 50.0  | 66.0   | 21.1     | 21.1     | 69.9     | 69.9     |
| 60.0  | 79.2   | 21.2     | 21.2     | 70.2     | 70.2     |
| 70.0  | 118.8  | 21.6     | 21.5     | 70.8     | 70.8     |
| 80.0  | 158.4  | 21.9     | 21.9     | 71.4     | 71.4     |
| 90.0  | 198.0  | 22.2     | 22.2     | 72.0     | 72.0     |
| 100.0 | 237.6  | 22.5     | 22.5     | 72.5     | 72.5     |
| 110.0 | 277.2  | 22.8     | 22.8     | 73.0     | 73.0     |
| 120.0 | 316.8  | 23.1     | 23.0     | 73.5     | 73.5     |
| 130.0 | 382.8  | 23.5     | 23.4     | 74.2     | 74.2     |
| 140.0 | 448.8  | 23.9     | 23.8     | 74.9     | 74.9     |
| 150.0 | 514.8  | 24.2     | 24.2     | 75.6     | 75.6     |
| 160.0 | 580.8  | 24.6     | 24.6     | 76.3     | 76.2     |
| 170.0 | 646.8  | 24.9     | 24.9     | 76.9     | 76.8     |
| 180.0 | 712.8  | 25.3     | 25.2     | 77.5     | 77.4     |
| 190.0 | 805.2  | 25.7     | 25.7     | 78.3     | 78.2     |
| 200.0 | 897.6  | 26.1     | 26.1     | 79.0     | 79.0     |
| 210.0 | 990.0  | 26.6     | 26.5     | 79.8     | 79.7     |
| 220.0 | 1082.4 | 27.0     | 26.9     | 80.5     | 80.5     |
| 230.0 | 1174.8 | 27.4     | 27.3     | 81.2     | 81.2     |
| 240.0 | 1267.2 | 27.7     | 27.7     | 81.9     | 81.9     |
| 250.0 | 1386.0 | 28.2     | 28.2     | 82.8     | 82.7     |
| 260.0 | 1504.8 | 28.7     | 28.6     | 83.6     | 83.6     |
| 270.0 | 1623.6 | 29.1     | 29.1     | 84.4     | 84.4     |
| 280.0 | 1742.4 | 29.6     | 29.5     | 85.2     | 85.2     |
| 290.0 | 1861.2 | 30.0     | 30.0     | 86.0     | 86.0     |
| 300.0 | 1980.0 | 30.4     | 30.4     | 86.8     | 86.7     |
| 310.0 | 2125.2 | 30.9     | 30.9     | 87.7     | 87.6     |
| 320.0 | 2270.4 | 31.4     | 31.4     | 88.6     | 88.5     |
| 330.0 | 2415.6 | 31.9     | 31.9     | 89.4     | 89.4     |
| 340.0 | 2560.8 | 32.4     | 32.4     | 90.3     | 90.2     |
| 350.0 | 2706.0 | 32.8     | 32.8     | 91.1     | 91.1     |

\*\*\*\* DETECTOR ACTUATION AT 354.0 SECONDS \*\*\*\*

En sammanställning av den beräknade detektoraktiveringstiden vid olika avstånd från branden redovisas i figur D.3.



Figur D.3. Sammanställning av den beräknade detektoraktiveringen vid olika avstånd till branden.

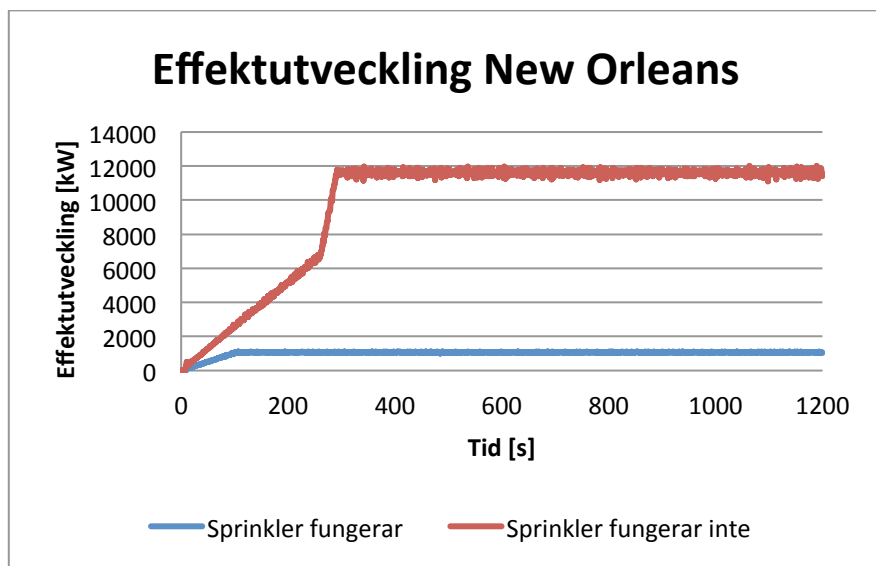


## Bilaga E – FDS simuleringar

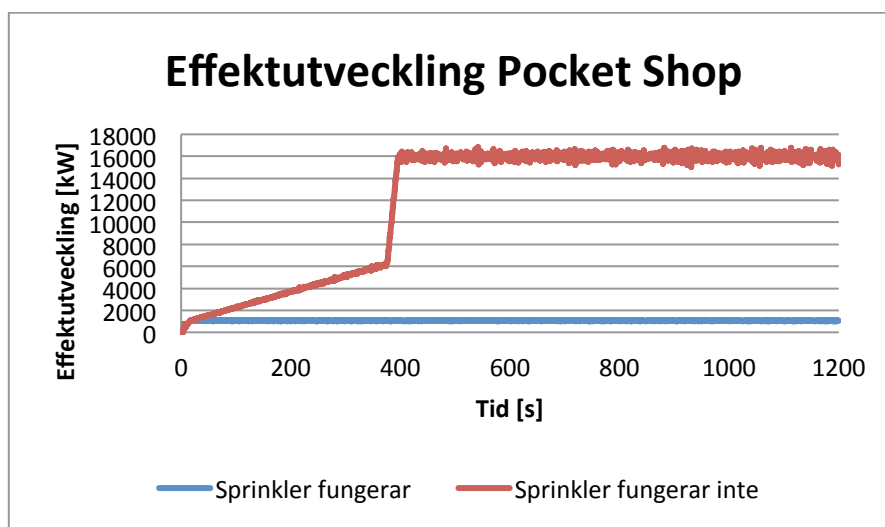
Denna bilaga redovisar indata, utdata samt resultat från FDS simuleringarna.

### E.1 Effektutveckling

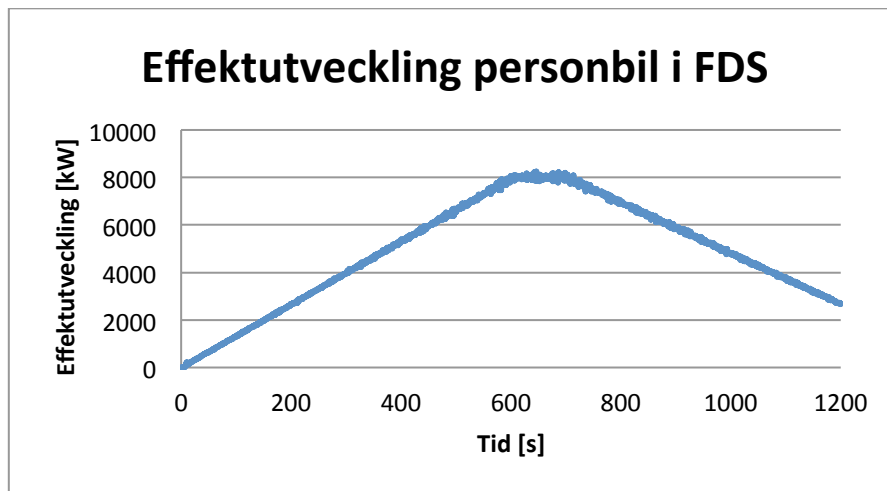
De effektutvecklingskurvor som används är de som presenterats i kapitel 8 – 10. I simuleringarna är effektutvecklingens ökning dock linjär eftersom det inte är möjligt att både använda linjära och  $\alpha t^2$  samband i samma simulering och eftersom effektkurvorna till största del är linjärs väljs denna. Som tidigare nämnts sker en kraftig ökning av effektutvecklingen då övertändning sker. Denna ökning sker under några sekunder men i FDS ökar detta risken för numeriska fel och dess tidsperiod förlängs därför till cirka 20 sekunder. Detta kan leda till icke-konservativa uppskattningar av tid till kritiska förhållanden men i och med att övriga parametrar är konservativt tilltagna så detta bedöms inte ha någon betydande inverkan på resultatet. Figur E.1 - E.3 visar de effektutvecklingskurvor som används i FDS vilka inte avviker särskilt mycket från de beräknade.



Figur E.1. Effektutvecklingen för New Orleans vilken används i FDS.



Figur E.2. Effektutveckling för Pocket Shop vilken används i FDS.



Figur E.3. Effektutveckling för bilen vilken används i FDS.

## E.2 Sikt

En av de viktigaste parametrarna att undersöka är när kritiska förhållanden inträffar på grund av begränsad sikt. Då Sky City innefattar en stor volym kommer brandgaserna svalna och därför når oftast sikten kritiska nivåer tidigare än temperatur. För att beräkna sikten från FDS används ekvation 31 och 32 (SFPE, 2002). Konstanten  $C$  i ekvation 32 anges olika beroende på vad sikten beräknas mot, där  $C = 8$  genomlysta skyltar och  $C = 3$  för reflekterande skyltar (NIST I, 2010). I Sky City används i huvudsak genomlysta skyltar vilket ger att värdet  $C = 8$  ska användas. För variabeln Path Obscuration erhålls värden ur FDS-simuleringarna. Tabell E.1 redovisar den optiska densiteten och sikten efter 20 minuter i brandscenariot New Orleans då sprinkler fungerar och tabell E.2 då sprinklern inte fungerar. Mätpunkternas placering kan ses i figur 8.3.

$$D_L = -\frac{1}{L} \cdot \ln \left( 1 - \frac{\text{Path Obscuration}}{100} \right) \quad \text{Ekvation (31)}$$

där,

|                         |   |
|-------------------------|---|
| $D_L$                   | optisk densitet per meter [ $\text{m}^{-1}$ ] |
| $L$                     | längd [m]                                     |
| <i>Path Obscuration</i> | Fördunkling [%]                               |

$$\text{Sikt} = \frac{C}{D_L} \quad \text{Ekvation (32)}$$

där,

|       |   |
|-------|---|
| $D_L$ | optisk densitet per meter [ $\text{m}^{-1}$ ] |
| $C$   | ljuskonstant [-]                              |



Tabell E.1. Sikt och optisk densitet för brandscenariot i New Orleans då sprinkler fungerar

| Mät punkt | Längd [m] | Optisk densitet [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] |
|-----------|-----------|------------------------------|----------|
| Sikt 1    | 21,60     | 0,30                         | 26,3     |
| Sikt 2    | 24,00     | 0,21                         | 38,0     |
| Sikt 3    | 24,00     | 0,12                         | 66,8     |
| Sikt 4    | 24,00     | 0,10                         | 82,4     |
| Sikt 5    | 26,00     | 0,08                         | 103,0    |
| Sikt 6    | 10,00     | 0,07                         | 116,6    |
| Sikt 7    | 12,00     | 0,05                         | 147,9    |
| Sikt 8    | 15,00     | 0,05                         | 164,0    |
| Sikt 9    | 15,62     | 0,05                         | 160,9    |
| Sikt 10   | 34,00     | 0,06                         | 142,4    |
| Sikt 11   | 12,00     | 0,07                         | 117,2    |
| Sikt 12   | 22,36     | 0,03                         | 241,8    |
| Sikt 13   | 17,00     | 0,61                         | 13,1     |
| Sikt 14   | 24,00     | 0,46                         | 17,5     |
| Sikt 15   | 24,00     | 0,22                         | 36,5     |
| Sikt 16   | 24,00     | 0,14                         | 56,1     |
| Sikt 17   | 12,00     | 0,06                         | 130,9    |
| Sikt 18   | 15,62     | 0,08                         | 98,6     |
| Sikt 19   | 10,00     | 0,07                         | 112,8    |
| Sikt 20   | 10,00     | 0,06                         | 133,8    |
| Sikt 21   | 25,06     | 0,05                         | 163,0    |
| Sikt 22   | 12,00     | 0,78                         | 10,2     |
| Sikt 24   | 16,00     | 1,02                         | 7,8      |
| Sikt 25   | 13,16     | 1,14                         | 7,0      |
| Sikt 26   | 16,28     | -                            | -        |

Tabell E.2. Siktbarhet och optisk densitet vid olika mätpunkter efter 5, 10 och 12 minuter. New Orleans osprinklat.

| Mät punkt | Längd [m] | Optisk Densitet efter 5 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] | Optisk Densitet efter 10 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] | Optisk Densitet efter 12 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] |
|-----------|-----------|--|----------|---|----------|---|----------|
| Sikt 1    | 21.6      | 0.05                                     | 171.3    | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 2    | 24.0      | 0.01                                     | 593.6    | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 3    | 24.0      | 0.01                                     | 1036.1   | 0.48                                      | 16.6     | -   | -        |
| Sikt 4    | 24.0      | 0.00                                     | 6267.4   | 0.39                                      | 20.5     | 0.65                                      | 12.2     |
| Sikt 5    | 26.0      | 0.00                                     | 5860.3   | 0.34                                      | 23.5     | 0.54                                      | 14.8     |
| Sikt 6    | 10.0      | 0.01                                     | 1175.3   | 0.37                                      | 21.4     | 0.81                                      | 9.9      |
| Sikt 7    | 12.0      | 0.02                                     | 502.1    | 0.31                                      | 25.9     | 0.53                                      | 15.1     |
| Sikt 8    | 15.0      | 0.00                                     | 1937.6   | 0.25                                      | 32.4     | 0.47                                      | 17.0     |
| Sikt 9    | 15.6      | 0.01                                     | 1143.2   | 0.27                                      | 29.9     | 0.41                                      | 19.4     |
| Sikt 10   | 34.0      | 0.00                                     | 2103.9   | 0.17                                      | 46.7     | 0.37                                      | 21.8     |
| Sikt 11   | 12.0      | 0.00                                     | 3052.7   | 0.32                                      | 25.1     | 0.51                                      | 15.7     |
| Sikt 12   | 22.4      | 0.01                                     | 1249.1   | 0.20                                      | 40.2     | 0.31                                      | 25.8     |
| Sikt 13   | 17.0      | 0.13                                     | 63.4     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 14   | 24.0      | 0.02                                     | 348.2    | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 15   | 24.0      | 0.19                                     | 41.5     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 16   | 24.0      | 0.09                                     | 91.1     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 17   | 12.0      | 0.04                                     | 181.1    | 0.54                                      | 14.8     | 1.13                                      | 7.1      |
| Sikt 18   | 15.6      | 0.03                                     | 311.6    | 0.36                                      | 22.1     | 0.77                                      | 10.4     |
| Sikt 19   | 10.0      | 0.01                                     | 1407.7   | 0.47                                      | 16.9     | 0.89                                      | 9.0      |
| Sikt 20   | 10.0      | 0.01                                     | 1352.6   | 0.29                                      | 27.5     | 0.71                                      | 11.3     |
| Sikt 21   | 25.1      | 0.00                                     | 8755.1   | 0.28                                      | 28.3     | 0.38                                      | 21.1     |
| Sikt 22   | 12.0      | 0.41                                     | 19.4     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 24   | 16.0      | 0.25                                     | 31.8     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 25   | 13.2      | 0.81                                     | 9.9      | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 26   | 16.3      | 0.67                                     | 11.9     | -   | -        | -   | -        |

Tabell E.3 visar resultat från simuleringen i Pocket Shop då sprinkler fungerar, tabell E.4 då sprinkler inte fungerar och tabell E.5 visar sikten för bilbrands scenariot.

Tabell E.3. Siktbarhet och optisk densitet efter 20 minuter för brandscenarioet Pocket Shop då sprinkler fungerar.

| Mätpunkt | Längd [m] | Optisk Densitet [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] |
|----------|-----------|------------------------------|----------|
| Sikt 1   | 21.60     | 0.23                         | 34.31    |
| Sikt 2   | 24.00     | 0.21                         | 37.90    |
| Sikt 3   | 24.00     | 0.19                         | 41.61    |
| Sikt 4   | 24.00     | 0.19                         | 42.47    |
| Sikt 5   | 26.00     | 0.17                         | 48.11    |
| Sikt 6   | 10.00     | 0.17                         | 46.64    |
| Sikt 7   | 12.00     | 0.16                         | 51.25    |
| Sikt 8   | 15.00     | 0.13                         | 62.51    |
| Sikt 9   | 15.62     | 0.14                         | 55.61    |
| Sikt 10  | 34.00     | 0.08                         | 99.79    |
| Sikt 11  | 12.00     | 0.17                         | 45.80    |
| Sikt 12  | 22.36     | 0.35                         | 22.87    |
| Sikt 13  | 17.00     | 0.25                         | 31.78    |
| Sikt 14  | 24.00     | 0.23                         | 35.36    |
| Sikt 15  | 24.00     | 0.22                         | 35.61    |
| Sikt 16  | 24.00     | 0.19                         | 42.93    |
| Sikt 17  | 12.00     | 0.19                         | 42.53    |
| Sikt 18  | 15.62     | 0.15                         | 52.61    |
| Sikt 19  | 10.00     | 0.18                         | 44.74    |
| Sikt 20  | 10.00     | 0.14                         | 56.93    |
| Sikt 21  | 25.06     | 0.12                         | 67.97    |
| Sikt 22  | 12.00     | 0.31                         | 25.84    |
| Sikt 24  | 16.00     | 0.32                         | 24.74    |
| Sikt 25  | 13.16     | 0.35                         | 22.82    |
| Sikt 26  | 16.28     | 0.34                         | 23.64    |

Tabell E.4. Siktbarhet i olika mätpunkter efter 5, 10 och 12 minuter Pocket Shop osprinklat.

| Mätpunkt | Längd [m] | Optisk densitet efter 5 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] | Optisk densitet efter 10 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] | Optisk densitet efter 12 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] |
|----------|-----------|--|----------|---|----------|---|----------|
| Sikt 1   | 21.6      | 0.04                                     | 183.8    | 0.76                                      | 10.6     | -   | -        |
| Sikt 2   | 24.0      | 0.02                                     | 320.5    | 0.59                                      | 13.5     | -   | -        |
| Sikt 3   | 24.0      | 0.05                                     | 150.4    | 0.61                                      | 13.2     | -   | -        |
| Sikt 4   | 24.0      | 0.04                                     | 218.6    | 0.62                                      | 13.0     | -   | -        |
| Sikt 5   | 26.0      | 0.03                                     | 263.7    | 0.54                                      | 14.8     | -   | -        |
| Sikt 6   | 10.0      | 0.02                                     | 326.8    | 0.42                                      | 18.9     | 0.86                                      | 9.3      |
| Sikt 7   | 12.0      | 0.01                                     | 546.1    | 0.50                                      | 15.9     | 0.87                                      | 9.2      |
| Sikt 8   | 15.0      | 0.01                                     | 634.9    | 0.41                                      | 19.6     | 0.70                                      | 11.4     |
| Sikt 9   | 15.6      | 0.02                                     | 487.3    | 0.47                                      | 17.2     | 0.74                                      | 10.7     |
| Sikt 10  | 34.0      | 0.01                                     | 964.0    | 0.16                                      | 49.6     | 0.30                                      | 26.9     |
| Sikt 11  | 12.0      | 0.02                                     | 526.5    | 0.53                                      | 15.1     | 0.93                                      | 8.6      |
| Sikt 12  | 22.4      | -  | -        | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 13  | 17.0      | 0.03                                     | 277.9    | 0.76                                      | 10.5     | -   | -        |
| Sikt 14  | 24.0      | 0.01                                     | 599.7    | 0.58                                      | 13.8     | -   | -        |
| Sikt 15  | 24.0      | 0.13                                     | 59.6     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 16  | 24.0      | 0.05                                     | 156.8    | 0.55                                      | 14.4     | -   | -        |
| Sikt 17  | 12.0      | 0.03                                     | 234.7    | 0.42                                      | 19.3     | 0.80                                      | 10.0     |
| Sikt 18  | 15.6      | 0.03                                     | 285.9    | 0.40                                      | 19.9     | 0.74                                      | 10.9     |
| Sikt 19  | 10.0      | 0.01                                     | 704.6    | 0.50                                      | 15.9     | 0.83                                      | 9.6      |
| Sikt 20  | 10.0      | 0.04                                     | 211.2    | 0.51                                      | 15.7     | 0.84                                      | 9.6      |
| Sikt 21  | 25.1      | 0.02                                     | 398.2    | 0.44                                      | 18.2     | -   | -        |
| Sikt 22  | 12.0      | 0.28                                     | 28.9     | 1.36                                      | 5.9      | -   | -        |
| Sikt 24  | 16.0      | 0.15                                     | 53.4     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 25  | 13.2      | 0.26                                     | 30.5     | -   | -        | -   | -        |
| Sikt 26  | 16.3      | 0.21                                     | 37.4     | -   | -        | -   | -        |

Tabell E.5 Siktbarhet i olika mätpunkter efter 10, 12 och 15 minuter för bilbrandscenariot.

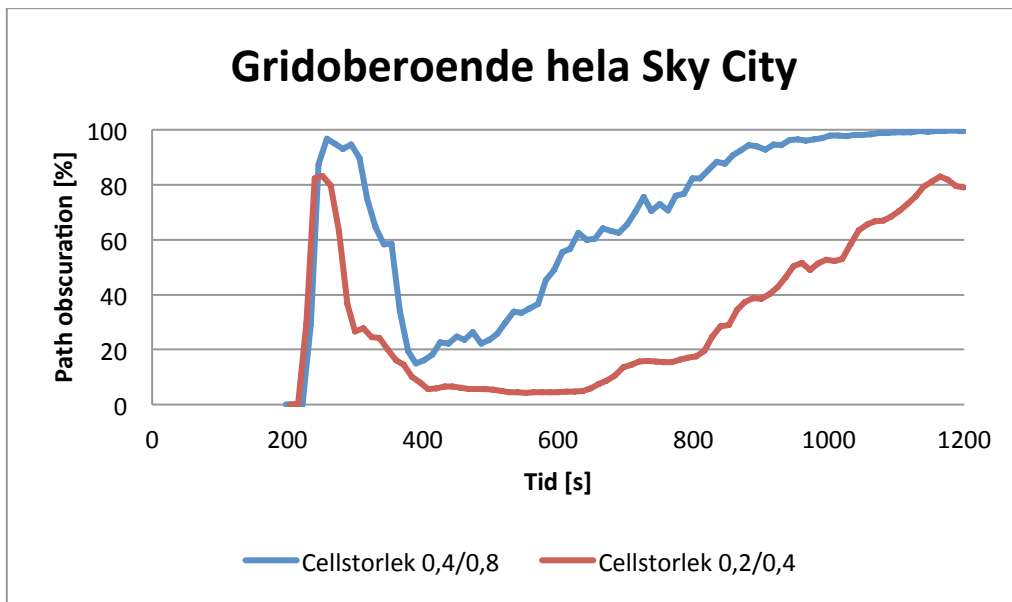
| Mätpunkt | Längd [m] | Optisk densitet efter 10 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] | Optisk densitet efter 12 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] | Optisk densitet efter 15 min [ $m^{-1}$ ] | Sikt [m] |
|----------|-----------|---|----------|---|----------|---|----------|
| Sikt 1   | 21.6      | 0.15                                      | 54.7     | 0.36                                      | 22.5     | 0.76                                      | 10.6     |
| Sikt 2   | 24.0      | 0.09                                      | 93.7     | 0.26                                      | 30.9     | 0.60                                      | 13.3     |
| Sikt 3   | 24.0      | 0.09                                      | 86.8     | 0.27                                      | 29.6     | 0.59                                      | 13.6     |
| Sikt 4   | 24.0      | 0.15                                      | 51.9     | 0.34                                      | 23.2     | 0.65                                      | 12.2     |
| Sikt 5   | 26.0      | 0.13                                      | 59.8     | 0.30                                      | 26.7     | 0.59                                      | 13.6     |
| Sikt 6   | 10.0      | 0.06                                      | 138.3    | 0.10                                      | 82.5     | 0.28                                      | 29.0     |
| Sikt 7   | 12.0      | 0.07                                      | 111.5    | 0.10                                      | 81.6     | 0.22                                      | 36.5     |
| Sikt 8   | 15.0      | 0.04                                      | 222.0    | 0.06                                      | 133.9    | 0.15                                      | 51.9     |
| Sikt 9   | 15.6      | 0.11                                      | 74.9     | 0.20                                      | 40.3     | 0.38                                      | 21.2     |
| Sikt 10  | 34.0      | 0.03                                      | 305.0    | 0.06                                      | 127.6    | 0.14                                      | 55.7     |
| Sikt 11  | 12.0      | 0.12                                      | 67.5     | 0.20                                      | 40.6     | 0.52                                      | 15.4     |
| Sikt 12  | 22.4      | 0.07                                      | 111.9    | 0.14                                      | 55.9     | 0.35                                      | 23.1     |
| Sikt 13  | 17.0      | 0.21                                      | 38.7     | 0.44                                      | 18.3     | 0.81                                      | 9.9      |
| Sikt 14  | 24.0      | 0.12                                      | 67.9     | 0.32                                      | 24.9     | 0.65                                      | 12.2     |
| Sikt 15  | 24.0      | 0.09                                      | 86.6     | 0.24                                      | 32.8     | 0.49                                      | 16.5     |
| Sikt 16  | 24.0      | 0.15                                      | 54.1     | 0.31                                      | 25.4     | 0.57                                      | 13.9     |
| Sikt 17  | 12.0      | 0.12                                      | 67.1     | 0.30                                      | 26.5     | 0.63                                      | 12.7     |
| Sikt 18  | 15.6      | 0.11                                      | 69.9     | 0.25                                      | 31.8     | 0.51                                      | 15.5     |
| Sikt 19  | 10.0      | 0.10                                      | 78.2     | 0.22                                      | 36.6     | 0.52                                      | 15.4     |
| Sikt 20  | 10.0      | 0.02                                      | 321.9    | 0.07                                      | 108.2    | 0.27                                      | 29.4     |
| Sikt 21  | 25.1      | 0.09                                      | 93.1     | 0.18                                      | 43.6     | 0.42                                      | 18.9     |
| Sikt 22  | 12.0      | 0.63                                      | 12.7     | 0.90                                      | 8.9      | 1.27                                      | 6.3      |
| Sikt 24  | 16.0      | 0.50                                      | 16.0     | 0.80                                      | 10.0     | -   | -        |
| Sikt 25  | 13.2      | 0.59                                      | 13.5     | 0.91                                      | 8.8      | -   | -        |
| Sikt 26  | 16.3      | 0.59                                      | 13.5     | 0.90                                      | 8.9      | -   | -        |

### E.3 Gridberoende

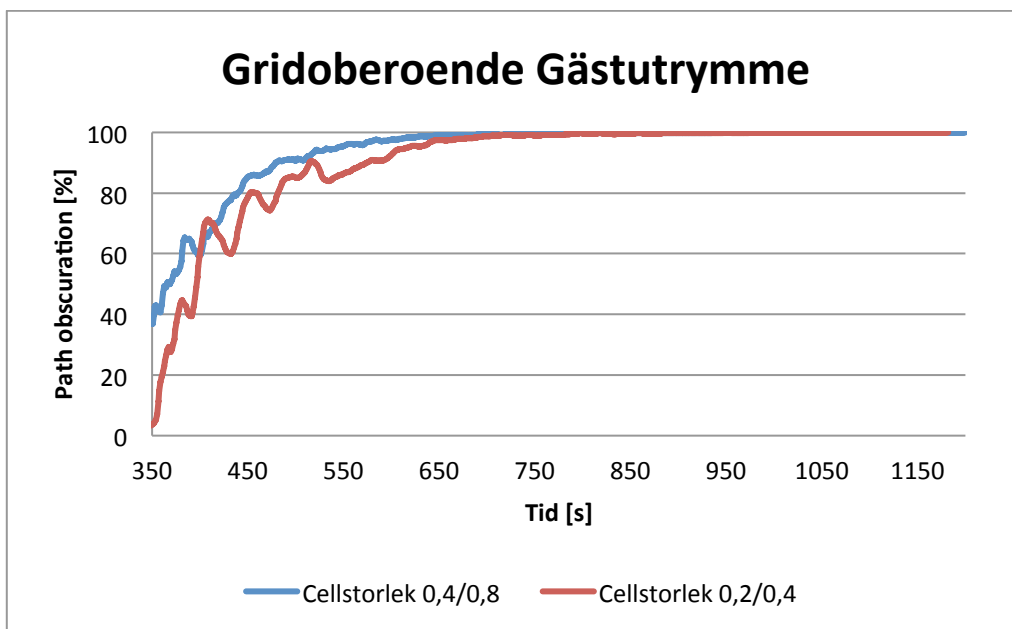
För att använda resultat från en CFD simulering ska gridberoende bevisas. Avvikelsen mellan simuleringarna med olika cellstorlek bör inte avvika mer än cirka 20 % då detta visar att resultatet inte beror av cellstorleken i alltför stor utsträckning. Det finns även andra rekommendationer för att en simulering ska betraktas som godtagbar, till exempel att 80 % av den kinetiska energin ska modelleras och inte beräknas av undermodeller (Jonsson & Malmqvist, 2005). Dock väljs det första kriteriet med cirka 20 % avvikelse då detta är enklare att kontrollera. Oftast redovisas denna avvikelse som en procentsats men för att underlätta förståelsen redovisas gridberoendet som absoluta värden. Vid beräkning av graferna för gridberoende bildades medelvärden var tionde sekund eftersom det annars är nästintill omöjligt att erhålla gridberoende på grund av fluktuationerna vilka hör ihop med LES. De för rapporten viktigaste punkterna i FDS-simuleringarna är de där kritiska förhållanden uppstår först, eftersom tidsmarginalen bygger på jämförelser med dessa tider. Det är därför i dessa punkter som det är av största vikt att kunna påvisa gridberoende.

### E.3.1 Gridoberoende New Orleans sprinklat

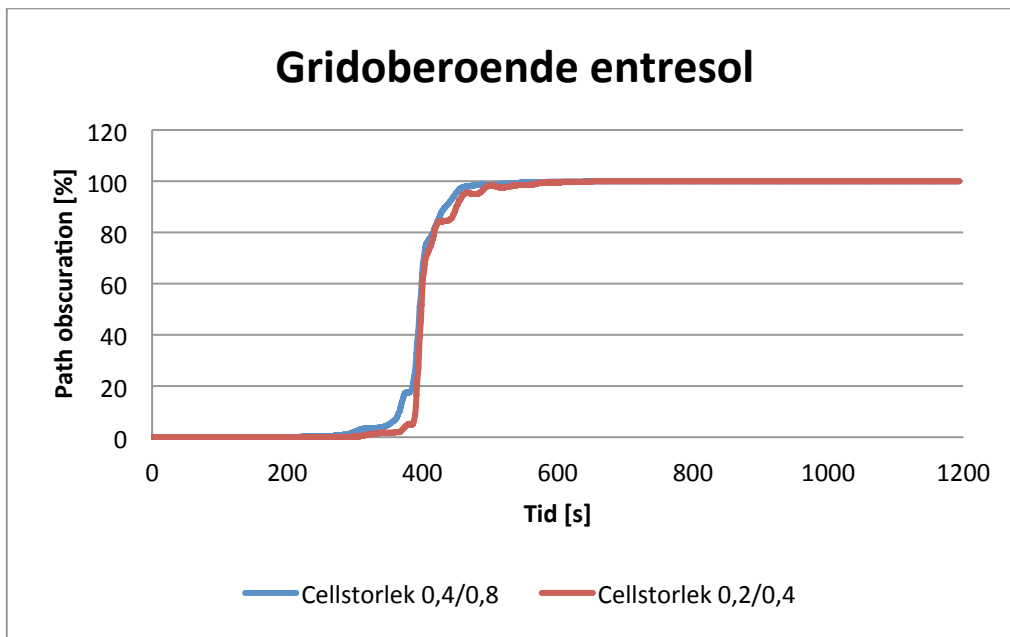
Nedan redovisas om gridoberoende kan påvisas för de intressanta punkterna där kritiska förhållanden först inträffar i brandscenariot New Orleans då sprinkler fungerar. Denna mät punkt benämns fortsättningsvis som ”Hela Sky City”. Figur E.4 - E.6 visar att gridoberoende kan påvisas på entresolen och gästutrymmet utanför New Orleans, men i mät punkten för hela Sky City kan gridoberoende inte påvisas utan det verkar som om tiden till kritiska förhållanden överskattas i detta fall, vilket kan ses i figur E.4.



Figur E.4. Gridoberoende för hela Sky City.



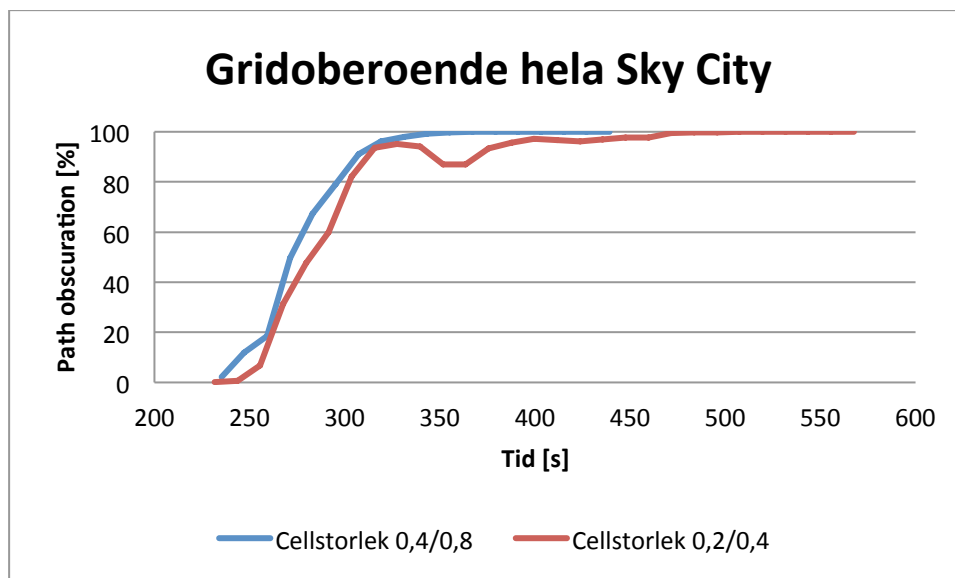
Figur E.5. Gridoberoende för gästutrymmet.



Figur E.6. Gridoberoende för entresol.

### E.3.2 Gridoberoende New Orleans Osprinklat

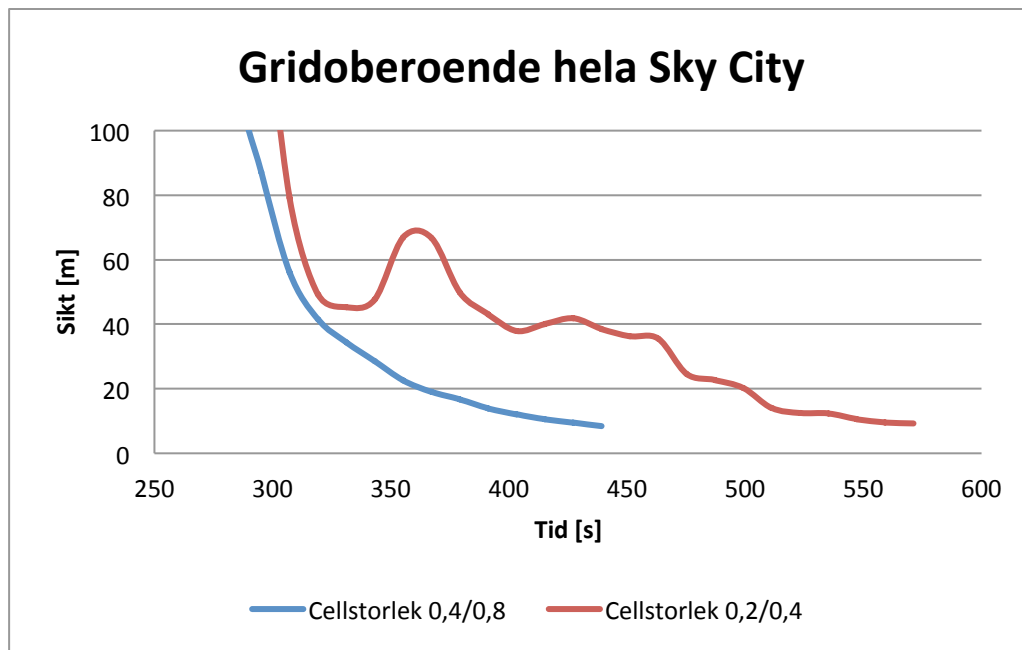
Figur E.7 visar skillnaden mellan simuleringarna med olika cellstorlek vid terminal 5 vilken ligger till grund för tiden till kritiska förhållanden för hela Sky City. I figur E.7 ses att avvikelserna mellan simuleringarna inte är större än 20 % och gridoberoende kan således påvisas.



Figur E.7. Gridoberoende vid terminal 5.

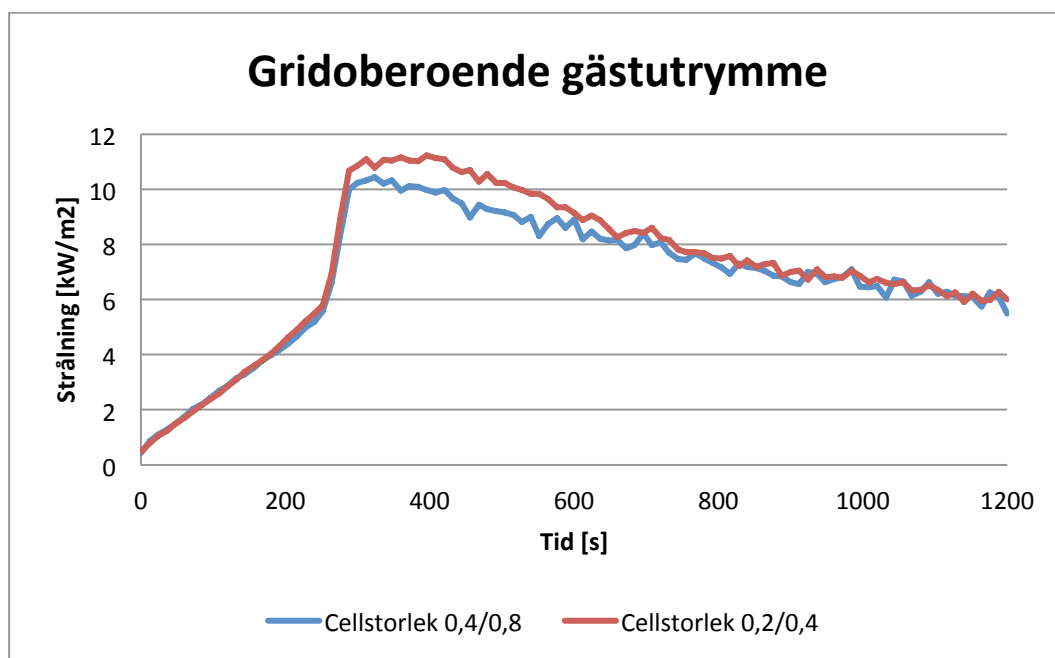
I figur E.8 ses att det skiljer mer än 100 sekunder mellan simuleringarna med olika cellstorlek då sikten jämförs. Dock ger simuleringen med finare cellstorlek en betydligt längre tid till kritiska förhållanden. Detta innebär att det i rapporten använda värdet på 430 sekunder är väldigt konservativt. För att säkerställa detta resonemang hade ytterligare simuleringar behövt köras vilket inte är praktiskt genomförbart på grund av tid- och kapacitetsbrist. Figur

E.8 skiljer sig från figur E.7 på grund av att resultaten från FDS använts i ekvation 31 och 32, vilket innebär att en skillnad på 20 % i resultat från FDS kan innebära mer än 20 % skillnad i siktförhållanden.



Figur E.8. Visar sikten vid terminal 5 för simuleringarna med olika cellstorlek.

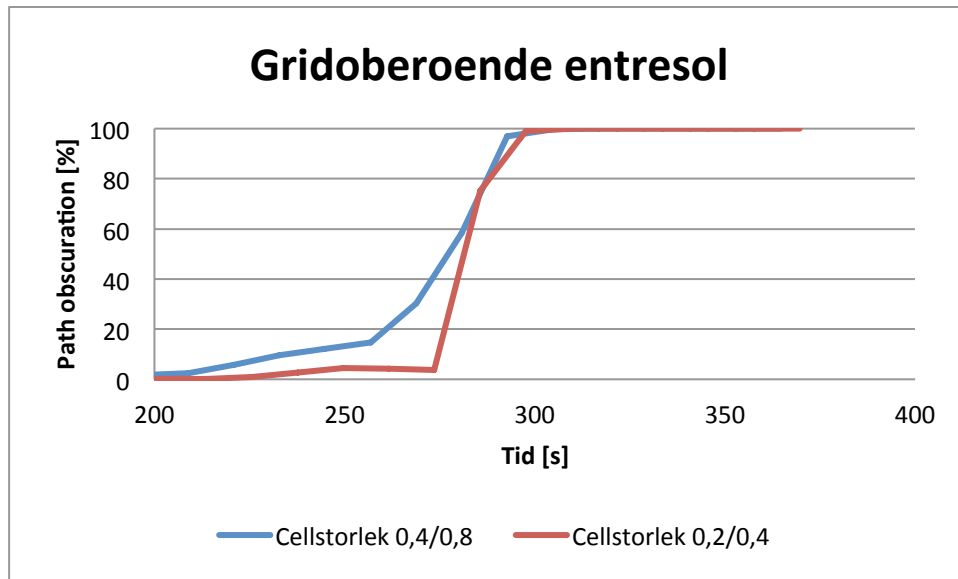
Figur E.9 visar att gridoberoende kan påvisas för tiden till kritiska förhållanden vid gästutrymmet utanför New Orleans.



Figur E.9. Gridoberoende värmestrålning.



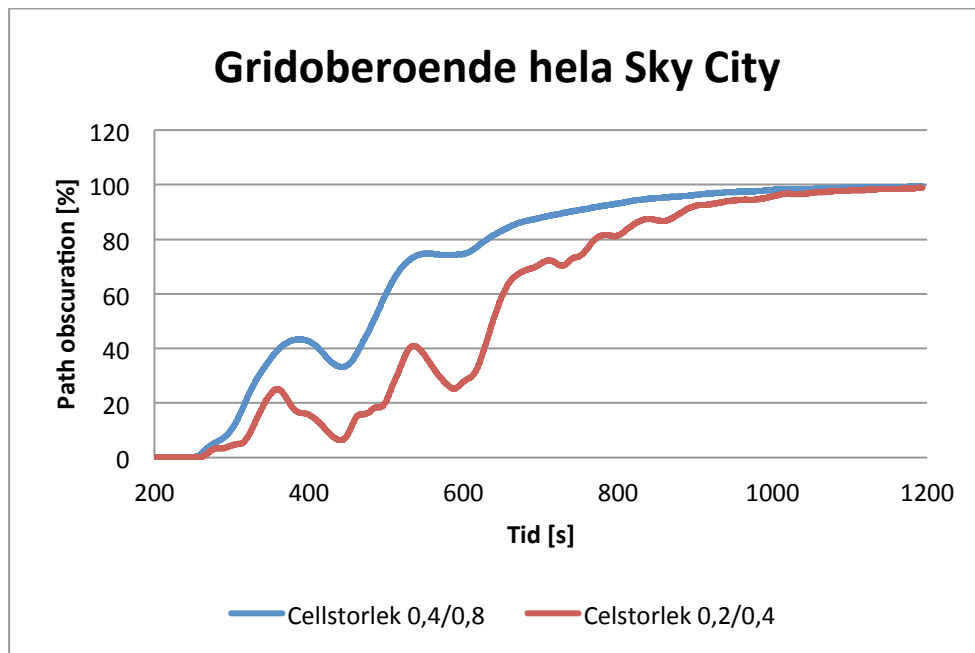
Figur E.10 visar att gridberoende kan påvisas för entresolen. Under en tidsperiod kan gridberoendet ifrågasättas men eftersom graferna överensstämmer väl då kritiska förhållanden inträffar tolkas detta som att simuleringarna överensstämmer.



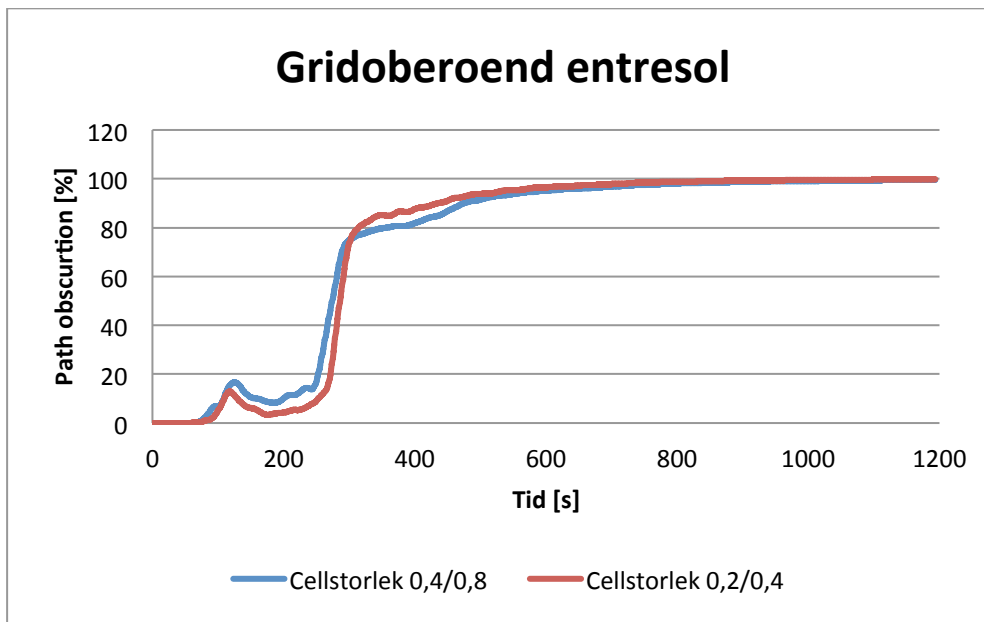
Figur E.10. Gridberoende på entresolen

### E.3.3 Gridberoende Pocket Shop Sprinklat

Nedan redovisas gridberoendeanalysen för brandscenariot Pocket Shop då sprinkler fungerar.



Figur E.11. Gridberoende hela Sky City.

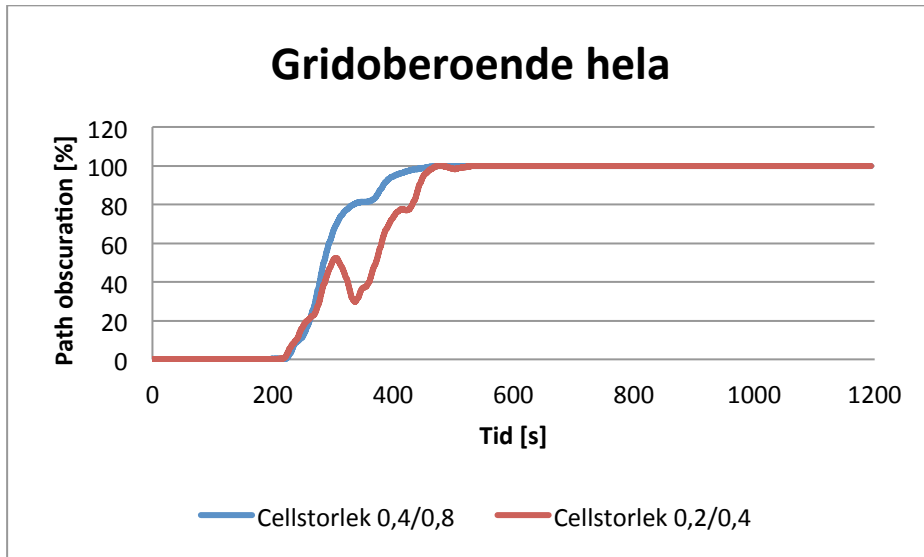


Figur E.12. Gridoberoende entresol.

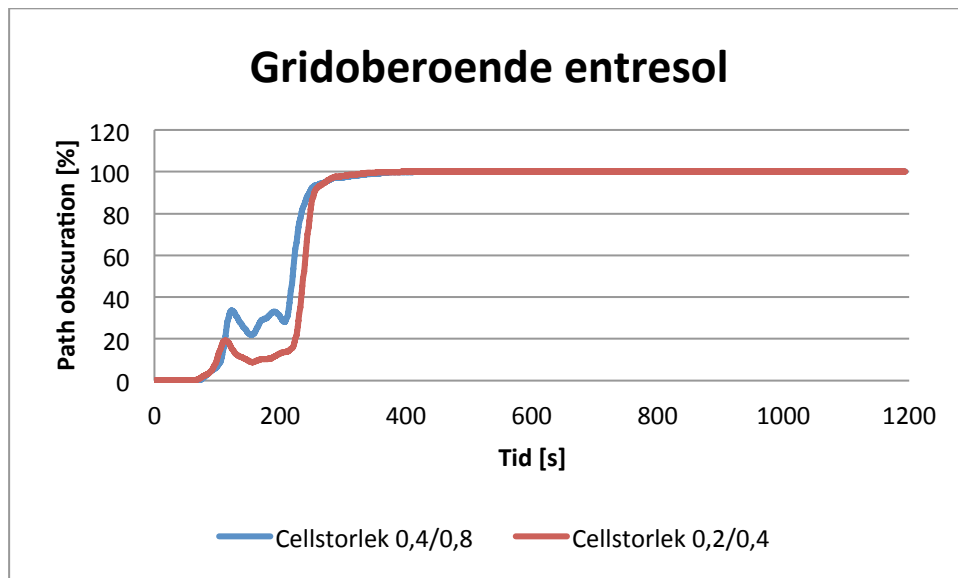
Figur E.11 visar på en skillnad mellan simuleringarna med en avvikelse på cirka 20 %. Dock visar bägge graferna att kritiska förhållanden inte inträffar och denna jämförelse av cellstorlekens betydelse bör räcka för att stödja resultatet att kritiska förhållanden inte inträffar, även om gridberoende inte kan påvisas. Detta resonemang om att gridberoende inte behöver analyseras ytterligare stöds av att den finare cellstorleken ger en mer konservativ tid till kritiska förhållanden. Figur E.12 visar att gridberoende kan påvisas för tiden till kritiska förhållanden på entresolen.

### E.3.4 Gridberoende Pocket Shop osprinklat

Nedan redovisas gridberoendeanalysen av scenariot i Pocket Shop. Figur E.13 - E.14 påvisar gridberoende för scenariot Pocket Shop osprinklat då kritiska förhållanden inträffar. Dock kan det ses i figur E.13 att det under en kortare tidsperiod uppstår avvikelser större än 20 %. Detta ger en fingervisning om att tiden till kritiska förhållanden möjligtvis skulle kunna vara längre. Eftersom gridberoende inte kan påvisas före 500 sekunder skulle detta kunna ifrågasättas, men eftersom sikten blir mindre än 10 m senare än efter 500 sekunder anses detta godtagbart. För att säkerställa detta resonemang borde dock en simulering med finare cellstorlek gjorts men på grund av tids- och kapacitetsbrist är detta inte möjligt. Figur E.14 visar att gridberoende kan påvisas på entresolplanet.



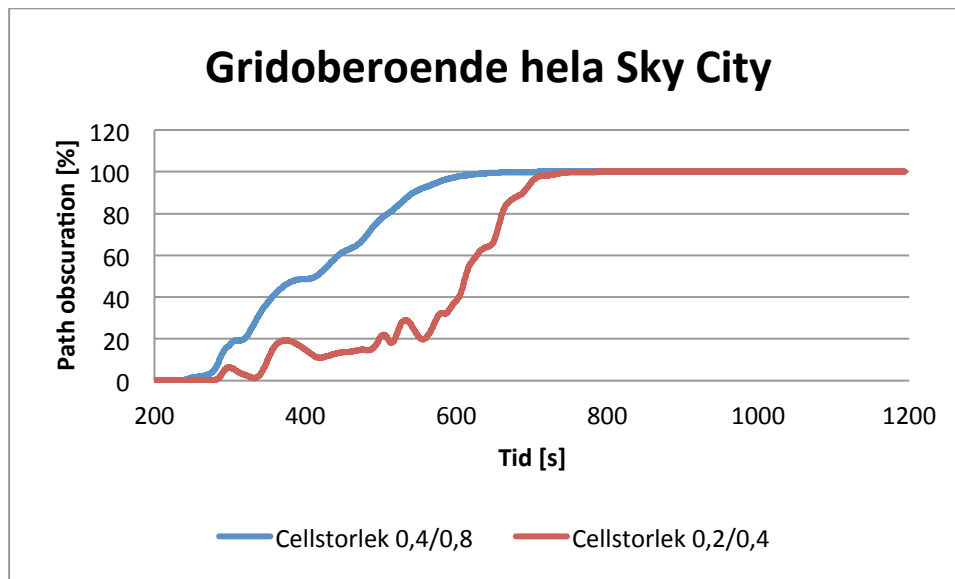
Figur E.13. Gridoberoende för hela Sky City.



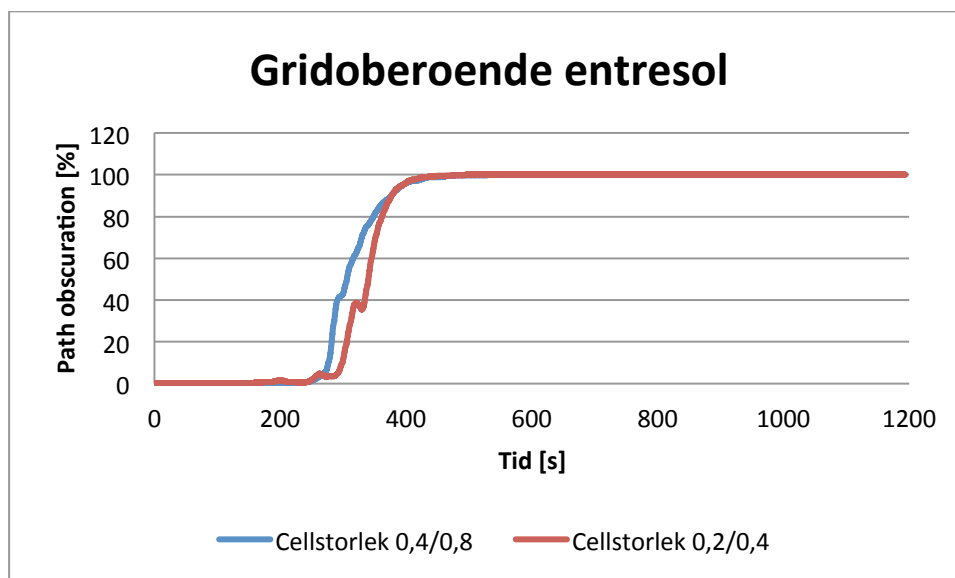
Figur E.14. Gridoberoende för entresol.

### E.3.5 Gridoberoende personbil

Figur E.15 visar att gridoberoende inte kan påvisas förrän efter cirka 700 sekunder. Kritiska förhållanden inträffar senare än efter 700 sekunder varför denna jämförelse av gridoberoende kan accepteras. Gridoberoende kan inte påvisas för hela simuleringsförloppet men ännu en gång ger simuleringen med finare cellstorlek mer konservativa värden. Figur E.16 visar att gridoberoende på entresolen kan påvisas.



Figur E.15. Gridoberoende hela Sky City.



Figur E.16. Gridoberoende entresol.

## E.4 Indata FDS

För att underlätta förståelsen av indata koden för FDS redovisas först hela koden för brandscenariot Pocket Shop osprinklat och sedan endast de små variationerna för vardera av resterande 9 simuleringar var för sig.

### E.4.1 Indata Pocket Shop osprinklat

```
-----Sky City-----
-----Simulation Time, mesh etc.-----
```

```
&HEAD CHID='PocketShop2', TITLE='Fire in Pocket Shop2/'
```

```
&MESH ID='MESH1 T4', COLOR='YELLOW', IJK=30,75,18, XB=0.0,24.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH2 ', COLOR='GREEN', IJK=30,75,18, XB=24.0,48.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH3', RGB=255,51,51, IJK=30,75,18, XB=48.0,72.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH4', RGB=51,255,255, IJK=30,75,18, XB=72.0,96.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH5 Left', COLOR='YELLOW', IJK=30,60,36, XB=96.0,108.0,0.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH6 Left2', RGB=51,255,0, IJK=30,60,36, XB=96.0,108.0,24.0,48.0,0.0,14.4/
```

```

&MESH ID='MESH7 Left3', COLOR='RED', IJK=30,30,36, XB=96.0,108.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH8 Center1', COLOR='CYAN', IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH9 Center2', COLOR='BLUE', IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH10 Center3', COLOR='RED', IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH11 Center4', RGB=204,0,255, IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH12 Center5', RGB=51,255,0, IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH13 Center6', RGB=51,255,0, IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH14 Center7', RGB=204,0,255, IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH15 Center8', COLOR='BLUE', IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH16 Center9', COLOR='CYAN', IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH17 Center10', COLOR='RED', IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH18 Right1', RGB=255,51,51, IJK=30,60,36, XB=140.0,152.0,0.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH19 Right2', RGB=51,255,0, IJK=30,60,36, XB=140.0,152.0,24.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20 Right3', RGB=102,255,255, IJK=30,30,36, XB=140.0,152.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20', RGB=0,102,255, IJK=30,75,18, XB=152.0,176.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH22', RGB=51,255,0, IJK=30,75,18, XB=176.0,200.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH23', RGB=255,51,51, IJK=30,75,18, XB=200.0,224.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH24 TS', COLOR='YELLOW', IJK=30,75,18, XB=224.0,248.0,0.0,60.0,0.0,14.4/

```

```
&TIME T_END=1200.0/
```

```
----- Overall parameters -----
```

```

&MISC BNDF_DEFAULT=FALSE. /
&DUMP DT_RESTART=300.0/
&RADI RADIATIVE_FRACTION=0.35, NUMBER_RADIATION_ANGLES=1040/
&BNDF QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX'/

```

```
----- Building properties-----
```

```

&MATL ID='Steel',
  SPECIFIC_HEAT=0.46,
  CONDUCTIVITY=59.0,
  DENSITY=7849.0/

```

```

&MATL ID='Marble',
  SPECIFIC_HEAT=0.8,
  CONDUCTIVITY=2.505,
  DENSITY=2600.0/

```

```

&MATL ID='Wood',
  SPECIFIC_HEAT=2.4,
  CONDUCTIVITY=0.166,
  DENSITY=540.0/

```

```

&MATL ID='Glass',
  SPECIFIC_HEAT=0.84,
  CONDUCTIVITY=0.78,
  DENSITY=2700.0/

```

```

&MATL ID='Wool',
  SPECIFIC_HEAT=1.0,
  CONDUCTIVITY=0.052,
  DENSITY=330.0/

```

```

&MATL ID='Concrete',
  SPECIFIC_HEAT=0.88,
  CONDUCTIVITY=1.37,
  DENSITY=2100.0/

```

```

&SURF ID='Steel1',
  COLOR='GRAY 60',
  MATL_ID(1,1)='Steel',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/

```

```

&SURF ID='Marble1',
  RGB=153,153,0,
  MATL_ID(1,1)='Marble',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/

```

```

&SURF ID='Wood1',
  RGB=255,153,51,
  MATL_ID(1,1)='Wood',

```

MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Glass1',  
RGB=146,202,166,  
MATL\_ID(1,1)='Glass',  
MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Wool1',  
RGB=255,204,255,  
MATL\_ID(1,1)='Wool',  
MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Concrete1',  
COLOR='GRAY 60',  
MATL\_ID(1,1)='Concrete',  
MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=0.1/

-----Burner-----

&REAC ID='Wood-PMMA average',  
C=1.0,  
H=1.7,  
O=0.83,  
N=0.0,  
HEAT\_OF\_COMBUSTION=2.065E4,  
SOOT\_YIELD=0.0185/  
VISIBILITY\_FACTOR=8/

&SURF ID='BURNER', HRRPUA=2857.14, COLOR='RASPBERRY', RAMP\_Q='fire' /

&RAMP ID='fire', T=0.0, F=0.0 /  
&RAMP ID='fire', T=15.0, F=0.066 /  
&RAMP ID='fire', T=375.0, F=0.388 /  
&RAMP ID='fire', T=395.0, F=1.0 /  
&RAMP ID='fire', T=1200.0, F=1.0 /

&OBST XB=102.0, 104.8, 25.2, 27.2, 0.8, 1.2, SURF\_IDS='BURNER','INERT','INERT'/

----- VENTS -----

&VENT SURF\_ID='OPEN', XB=0.0, 248.0, 0.0, 0.0, 0.0, 14.4/ Vent #1  
&VENT SURF\_ID='OPEN', XB=0.0, 248.0, 60.0, 60.0, 0.0, 14.4/ Vent #2  
&VENT SURF\_ID='OPEN', XB=0.0, 0.0, 0.0, 60.0, 0.0, 14.4/ Vent #3  
&VENT SURF\_ID='OPEN', XB=248.0, 248.0, 0.0, 60.0, 0.0, 14.4/ Vent #4  
&VENT SURF\_ID='OPEN', XB=0.0, 248.0, 0.0, 60.0, 14.4, 14.4/ Vent #5

----- The geometry -----

&OBST XB=1.6,2.4,38.4,48.8,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Terminal 4  
&OBST XB=2.4,7.2,38.4,39.2,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=20.0,23.2,24.0,24.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=7.2,8.0,36.8,39.2,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=7.2,10.4,36.0,36.8,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=9.6,10.4,33.6,36.0,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=10.4,12.8,33.6,34.4,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=19.2,20.0,24.0,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=16.8,19.2,26.4,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=16.8,17.6,27.2,29.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=14.4,17.6,29.6,30.4,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=14.4,15.2,30.4,32.0,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=13.6,14.4,31.2,32.0,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=12.8,13.6,31.2,34.4,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=26.4,27.2,27.2,29.6,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=23.2,24.0,24.0,26.4,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=24.0,25.6,25.6,26.4,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=24.8,25.6,26.4,28.0,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=25.6,26.4,27.2,28.0,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=20.8,23.2,32.8,33.6,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=24.8,27.2,29.6,30.4,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=24.8,25.6,30.4,32.0,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=23.2,24.0,31.2,33.6,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction

&OBST XB=24.0,24.8,31.2,32.0,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=28.0,30.4,38.4,39.2,0.8,6.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=20.8,21.6,33.6,35.2,0.8,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=21.6,23.2,34.4,35.2,0.8,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=23.2,24.0,34.4,36.8,0.8,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=24.0,25.6,36.0,36.8,0.8,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=24.8,25.6,36.8,38.4,0.8,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=25.6,28.8,37.6,38.4,0.8,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=41.6,42.4,34.4,38.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=42.4,45.6,34.4,35.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=47.2,49.6,30.4,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=44.8,45.6,32.8,34.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=45.6,46.4,32.8,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=46.4,47.2,30.4,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=51.2,52.0,32.0,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=48.8,52.0,31.2,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=56.8,59.2,29.6,30.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=52.0,54.4,32.8,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=53.6,54.4,31.2,32.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=54.4,56.8,31.2,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=56.8,57.6,30.4,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=52.8,55.2,36.8,37.6,0.8,3.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=59.2,60.8,32.0,32.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=55.2,56.0,35.2,37.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=56.0,59.2,35.2,36.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=59.2,60.8,32.8,36.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=55.2,56.8,43.2,44.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=52.8,53.6,37.6,39.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=53.6,54.4,38.4,40.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=54.4,55.2,40.0,42.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=55.2,56.0,41.6,43.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=56.8,60.8,43.2,44.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=61.6,64.0,41.6,42.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=60.0,62.4,42.4,43.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=63.2,64.0,39.2,41.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=62.4,63.2,36.8,40.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=61.6,62.4,34.4,37.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=60.8,61.6,32.0,35.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=65.6,66.4,37.6,41.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=59.2,61.6,26.4,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=64.8,65.6,35.2,38.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=64.0,64.8,32.8,36.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=63.2,64.0,30.4,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=62.4,63.2,28.0,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=61.6,62.4,26.4,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=58.4,59.2,26.4,29.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=72.8,73.6,36.0,38.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=72.0,72.8,33.6,36.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=71.2,72.0,31.2,34.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=70.4,71.2,29.6,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=69.6,70.4,28.0,30.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=68.8,69.6,26.4,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,68.8,26.4,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=64.8,67.2,27.2,28.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=64.0,65.6,28.0,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=63.2,64.8,28.8,29.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=80.0,80.8,33.6,36.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=75.2,76.0,22.4,24.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=79.2,80.0,32.0,34.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=78.4,79.2,30.4,32.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=76.0,76.8,23.2,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=76.8,77.6,25.6,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=77.6,78.4,28.0,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=72.8,75.2,22.4,23.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=71.2,73.6,23.2,24.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=70.4,72.0,24.0,24.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=69.6,71.2,24.8,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=68.8,70.4,25.6,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=90.4,91.2,30.4,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=87.2,88.0,20.8,24.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=89.6,90.4,28.0,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=88.8,89.6,25.6,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=88.0,88.8,23.2,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=86.4,87.2,19.2,21.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=83.2,86.4,19.2,20.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction

&OBST XB=80.8,84.0,20.0,20.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=78.4,81.6,20.8,21.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=77.6,79.2,21.6,22.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=76.0,78.4,22.4,23.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=100.0,100.4,18.4,20.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=87.2,96.0,19.2,20.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=96.0,98.4,19.2,19.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=98.8,100.0,18.4,18.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=98.4,98.8,18.4,19.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=131.2,131.6,20.8,30.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=128.8,131.2,20.8,21.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=128.8,129.2,14.0,20.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=129.2,141.2,14.0,14.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=140.8,141.2,14.4,16.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=148.4,151.2,17.6,18.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=145.2,148.8,17.2,17.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=142.8,145.6,16.8,17.2,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=140.8,143.2,16.4,16.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=150.4,150.8,28.0,32.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=150.8,151.2,23.2,28.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=151.2,151.6,17.6,23.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=165.6,169.6,20.8,21.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=161.6,166.4,20.0,20.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=157.6,162.4,19.2,20.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=154.4,158.4,18.4,19.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=151.6,155.2,17.6,18.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=168.0,168.8,24.0,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=168.8,169.6,21.6,24.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=162.4,165.6,24.0,24.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=160.0,160.8,28.8,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=160.8,161.6,27.2,29.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=161.6,162.4,25.6,28.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=162.4,163.2,24.8,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=164.8,168.0,24.8,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=182.4,183.2,27.2,30.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=169.6,172.0,20.8,21.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=171.2,174.4,21.6,22.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=173.6,176.8,22.4,23.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=176.0,178.4,23.2,24.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=177.6,180.0,24.0,24.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=179.2,181.6,24.8,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=180.8,182.4,25.6,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=181.6,183.2,26.4,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=177.6,178.4,39.2,41.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=178.4,179.2,36.8,40.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=179.2,180.0,36.0,37.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=181.6,182.4,29.6,32.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=180.8,181.6,32.0,35.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=180.0,180.8,34.4,36.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=183.2,183.6,27.2,28.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=184.0,184.8,24.0,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=187.2,188.0,24.8,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=184.8,188.0,24.0,24.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=185.6,187.2,27.2,28.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=186.4,188.0,26.4,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=201.6,202.4,36.0,37.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=185.6,188.8,28.0,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=188.0,190.4,28.8,29.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=189.6,192.8,29.6,30.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=192.0,194.4,30.4,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=193.6,196.0,31.2,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=195.2,197.6,32.0,32.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=196.8,199.2,32.8,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=198.4,200.8,33.6,34.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=200.0,202.4,35.2,36.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=200.0,200.8,34.4,35.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=202.4,217.6,36.8,37.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=220.8,221.6,32.0,33.6,0.8,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=220.0,220.8,32.8,34.4,0.8,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=219.2,220.0,33.6,35.2,0.8,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=218.4,219.2,34.4,36.0,0.8,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=217.6,218.4,35.2,37.6,0.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=224.0,226.4,29.6,30.4,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=231.2,232.8,36.8,37.6,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=231.2,232.0,35.2,36.8,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction



&OBST XB=229.6,231.2,35.2,36.0,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=229.6,230.4,32.8,35.2,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=227.2,229.6,32.8,33.6,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=225.6,226.4,30.4,32.0,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=225.6,228.0,32.0,32.8,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=236.8,237.6,36.8,38.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=240.8,241.6,32.0,34.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=237.6,238.4,36.0,37.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=238.4,239.2,35.2,36.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=239.2,240.0,34.4,36.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=240.0,240.8,33.6,35.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=240.0,242.4,37.6,38.4,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=241.6,242.4,38.4,48.8,0.8,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=239.2,240.8,36.0,37.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=239.2,240.0,36.0,36.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=232.0,232.8,35.2,36.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=232.8,233.6,34.4,36.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=233.6,234.4,33.6,35.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=234.4,235.2,32.8,34.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=235.2,236.0,32.0,33.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=236.0,236.8,31.2,32.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=236.8,237.6,30.4,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=237.6,238.4,29.6,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=240.0,241.6,31.2,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=239.2,240.8,30.4,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=238.4,240.0,29.6,30.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=187.2,190.4,10.4,11.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=189.6,192.8,11.2,12.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=192.0,195.2,12.0,12.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=194.4,197.6,12.8,13.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=196.8,200.0,13.6,14.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=199.2,202.4,14.4,15.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=201.6,204.0,15.2,16.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=203.2,205.6,16.0,16.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=204.8,207.2,16.8,17.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=206.4,208.8,17.6,18.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=208.0,210.4,18.4,19.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=209.6,212.0,19.2,20.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=211.2,213.6,20.0,20.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=212.8,215.2,20.8,21.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=214.4,216.8,21.6,22.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=216.0,218.4,22.4,23.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=217.6,220.0,23.2,24.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=222.4,224.8,28.8,29.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=222.4,223.2,27.2,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=221.6,223.2,26.4,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=220.8,222.4,25.6,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=220.0,221.6,24.8,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=219.2,220.8,24.0,24.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=185.6,186.4,13.6,16.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=186.4,187.2,10.4,14.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=185.6,188.8,16.0,16.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=188.0,191.2,16.8,17.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=190.4,193.6,17.6,18.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=192.8,196.0,18.4,19.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=195.2,198.4,19.2,20.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=197.6,200.8,20.0,20.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=200.0,202.4,20.8,21.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=201.6,204.0,21.6,22.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=203.2,205.6,22.4,23.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=204.8,207.2,23.2,24.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=206.4,208.8,24.0,24.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=208.0,210.4,24.8,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=209.6,212.0,25.6,26.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=211.2,213.6,26.4,27.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=212.8,215.2,27.2,28.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=214.4,216.8,28.0,28.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=216.0,218.4,28.8,29.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=217.6,220.0,29.6,30.4,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=219.2,220.8,30.4,31.2,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=220.0,220.8,31.2,32.0,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
&OBST XB=128.8,129.2,5.2,14.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=112.4,129.2,4.8,5.2,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=112.4,112.8,5.2,24.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
&OBST XB=110.0,112.8,4.8,24.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction

&OBST XB=110.0,112.4,24.0,24.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,28.8,29.6,0.8,1.2, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,28.0,28.8,0.8,1.6, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,27.2,28.0,0.8,2.0, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,26.4,27.2,0.8,2.4, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,25.6,26.4,0.8,2.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,24.8,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,24.0,24.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=103.6,104.0,17.6,22.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=102.0,103.6,22.0,22.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=102.0,102.4,22.4,25.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=88.8,102.0,24.8,25.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=73.6,76.8,31.2,32.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=76.0,79.2,30.4,31.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=78.4,80.8,29.6,30.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=80.0,82.4,28.8,29.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=81.6,84.0,28.0,28.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=83.2,85.6,27.2,28.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=88.0,88.8,24.8,26.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=84.8,87.2,26.4,27.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=86.4,88.0,25.6,26.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=64.0,66.4,35.2,36.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=71.2,74.4,32.0,32.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=69.6,72.8,32.8,33.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=68.0,70.4,33.6,34.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,68.8,34.4,35.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,67.2,35.2,36.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=61.6,91.2,12.8,33.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=91.2,96.0,12.8,32.8,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=60.0,62.4,35.2,36.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=55.2,56.8,36.8,37.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=56.0,60.8,36.0,36.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=54.4,55.2,36.0,37.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=47.2,48.8,39.2,40.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=52.0,54.4,36.0,36.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=50.4,52.8,36.8,37.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=48.8,51.2,37.6,38.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=48.0,49.6,38.4,39.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=43.2,44.0,36.0,36.8,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=44.0,44.8,36.0,37.6,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=44.8,45.6,36.8,38.4,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=45.6,46.4,37.6,40.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=46.4,47.2,39.2,40.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=36.0,37.6,43.2,44.0,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=41.6,43.2,36.0,36.8,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=40.8,42.4,36.8,37.6,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=40.0,41.6,37.6,38.4,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=39.2,40.8,38.4,39.2,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=38.4,40.0,39.2,40.0,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=37.6,39.2,40.0,40.8,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=36.8,38.4,40.8,41.6,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=37.6,61.6,43.2,44.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=36.0,36.8,40.8,43.2,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=80.8,89.6,33.6,34.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=80.8,88.0,34.4,35.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=80.8,85.6,35.2,36.0,3.6,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=73.6,78.4,36.8,37.6,3.6,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,72.8,38.4,39.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,72.0,39.2,40.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,71.2,40.0,40.8,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,70.4,40.8,41.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,68.8,41.6,42.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=66.4,68.0,42.4,43.2,3.6,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=103.6,112.4,17.2,17.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.4,112.8,12.0,17.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=112.8,118.4,12.0,12.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=118.0,118.4,12.4,16.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=118.4,122.8,14.4,14.4,14.8,4.0,11.2, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Obstruction  
 &OBST XB=128.4,128.8,16.0,18.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=122.8,128.4,16.0,16.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=122.8,123.2,14.4,16.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=128.8,135.2,17.6,18.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=134.8,135.2,18.0,22.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=145.2,147.2,23.6,24.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=135.2,138.0,22.0,22.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction

&OBST XB=137.6,140.4,22.4,22.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=140.0,142.8,22.8,23.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=142.4,145.6,22.2,23.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=146.8,147.2,24.0,26.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=189.6,192.0,43.2,44.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=187.2,190.4,40.8,41.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=184.8,188.0,40.0,40.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=182.4,185.6,39.2,40.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=147.2,149.6,26.0,26.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=149.2,150.8,26.4,26.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=150.4,152.4,26.8,27.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=152.4,155.2,26.4,27.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=154.4,157.6,27.2,28.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=156.8,159.2,28.0,28.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=158.4,161.6,28.8,29.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=160.8,163.2,29.6,30.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=162.4,165.6,30.4,31.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=164.8,167.2,31.2,32.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=166.4,169.6,32.0,32.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=168.8,171.2,32.8,33.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=170.4,172.8,33.6,34.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=172.0,174.4,34.4,35.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=173.6,176.0,35.2,36.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=175.2,177.6,36.0,36.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=176.8,179.2,36.8,37.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=178.4,180.8,37.6,38.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=180.0,183.2,38.4,39.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=189.6,190.4,41.6,43.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=60.8,68.0,42.4,43.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=20.0,20.8,32.0,34.4,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=19.2,20.0,30.4,32.8,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=18.4,19.2,28.8,31.2,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=17.6,18.4,28.8,29.6,4.0,6.4, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=32.8,33.6,43.2,44.8,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=32.0,32.8,42.4,44.0,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=31.2,32.0,41.6,43.2,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=30.4,31.2,40.8,42.4,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=29.6,30.4,40.0,41.6,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=28.8,29.6,39.2,40.8,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=28.0,28.8,38.4,40.0,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=30.4,32.8,41.6,44.0,4.0,6.4, COLOR='WHITE', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=32.0,32.8,42.4,44.0,4.0,6.4, COLOR='WHITE', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=32.8,33.6,44.0,44.8,4.0,6.4, COLOR='WHITE', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=19.2,28.0,29.6,31.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=19.2,26.4,31.2,32.8,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=20.0,24.8,32.8,34.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=34.4,36.0,43.2,44.0,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=33.6,34.4,43.2,44.8,4.0,6.4, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=64.0,64.8,32.0,35.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=53.6,54.4,33.6,36.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=53.6,58.4,32.8,33.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=57.6,61.6,32.0,32.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=60.8,64.8,31.2,32.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=232.0,240.0,37.6,38.4,4.0,11.2, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=221.6,222.4,31.2,32.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=221.6,224.8,30.4,31.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=192.0,208.0,43.2,44.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=207.2,210.4,42.4,43.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=209.6,212.0,41.6,42.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=211.2,213.6,40.8,41.6,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=212.8,215.2,40.0,40.8,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=214.4,216.8,39.2,40.0,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=216.0,217.6,38.4,39.2,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=216.8,218.4,37.6,38.4,4.0,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=44.8,45.6,39.2,48.8,7.2,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=102.4,116.8,23.6,24.0,7.2,11.2, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=116.4,116.8,20.4,23.6,7.2,11.2, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=116.4,125.2,20.0,20.4,7.2,11.2, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=124.8,125.2,20.4,23.6,7.2,11.2, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=124.8,145.2,23.6,24.0,7.2,11.2, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Obstruction  
 &OBST XB=88.8,103.6,20.0,20.8,4.0,6.4, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=88.0,88.8,20.0,24.8,4.0,11.2, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Obstruction  
 &OBST XB=192.8,193.6,44.0,48.8,7.2,11.2, COLOR='GRAY 80', BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ Obstruction  
 &OBST XB=116.0,116.4,7.2,28.4,0.8,2.0, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Räck floor1  
 &OBST XB=125.2,125.6,7.2,28.4,0.8,2.0, BDNF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Räck floor1

&OBST XB=116.4,125.2,7.2,7.6,0.8,2.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Räck floor1  
 &OBST XB=129.2,131.2,21.2,22.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=129.2,131.2,22.0,22.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=129.2,131.2,22.8,24.4,0.8,2.8, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=129.2,131.2,24.4,25.2,0.8,2.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=129.2,131.2,25.2,26.0,0.8,2.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=129.2,131.2,26.0,26.8,0.8,1.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=129.2,131.2,26.8,27.6,0.8,1.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=128.8,129.2,21.2,22.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=128.8,129.2,22.0,22.8,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=128.8,129.2,22.8,24.4,0.8,2.8, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=128.8,129.2,24.4,25.2,0.8,2.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=128.8,129.2,25.2,26.0,0.8,2.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=128.8,129.2,26.0,26.8,0.8,1.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=128.8,129.2,26.8,27.6,0.8,1.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Trappa2  
 &OBST XB=90.4,108.4,27.2,36.8,7.2,8.0, RGB=255,153,255, SURF\_ID='Wood1'/ Segel  
 &OBST XB=70.4,88.0,35.2,44.8,7.2,8.0, RGB=255,153,255, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Segel  
 &OBST XB=131.6,149.2,27.6,37.2,7.2,8.0, RGB=255,153,255, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Segel  
 &OBST XB=156.0,173.6,35.2,44.8,7.2,8.0, RGB=255,153,255, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Segel  
 &OBST XB=30.4,42.4,38.4,39.2,0.8,4.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT'/ obstacle  
 &OBST XB=101.2,110.6,30.4,32.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Pocket Shop  
 &OBST XB=100.8,101.2,25.2,30.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Pocket Shop  
 &OBST XB=100.4,100.8,20.4,25.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Pocket Shop  
 &OBST XB=109.6,110.0,24.0,30.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Pocket Shop  
 &OBST XB=100.8,104.8,24.0,24.4,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Pocket Shop  
 &OBST XB=104.4,107.6,23.6,24.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Pocket Shop  
 &OBST XB=107.6,112.4,23.6,24.0,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Pocket Shop  
 &OBST XB=152.8,242.4,48.0,48.8,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=1.6,96.0,48.0,48.8,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=96.0,110.0,48.0,48.4,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=131.6,152.8,48.0,48.4,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=116.0,117.2,51.2,51.6,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=115.2,116.4,50.8,51.2,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=114.4,115.6,50.4,50.8,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=113.6,114.8,50.0,50.4,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=112.8,114.0,49.6,50.0,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=112.0,113.2,49.2,49.6,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=111.2,112.4,48.8,49.2,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=109.6,111.6,48.4,48.8,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=124.4,125.6,51.2,51.6,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=125.2,126.4,50.8,51.2,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=126.0,127.2,50.4,50.8,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=126.8,128.0,50.0,50.4,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=127.6,128.8,49.6,50.0,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=128.4,129.6,49.2,49.6,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=129.2,130.8,48.8,49.2,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=130.4,132.0,48.4,48.8,0.8,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=116.8,117.2,51.6,54.4,0.8,3.6, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=124.4,124.8,51.6,54.4,0.8,3.6, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=116.8,124.8,54.4,54.8,0.8,3.6, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=116.4,124.8,51.6,52.0,4.0,11.2, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Airside  
 &OBST XB=120.0,120.8,23.2,24.0,0.0,11.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare huvudingång  
 &OBST XB=120.0,120.8,16.0,16.8,0.0,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare huvudingång  
 &OBST XB=109.2,110.0,46.8,47.6,0.8,11.2, SURF\_ID='Steel1'/ Pelare  
 &OBST XB=104.4,105.2,46.8,47.6,0.8,11.2, SURF\_ID='Steel1'/ Pelare  
 &OBST XB=131.6,132.4,46.8,47.6,0.8,11.2, SURF\_ID='Steel1'/ Pelare  
 &OBST XB=136.4,137.2,46.8,47.6,0.8,11.2, SURF\_ID='Steel1'/ Pelare  
 &OBST XB=113.2,113.6,47.2,47.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=128.0,128.4,47.2,47.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=124.4,124.8,47.2,47.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=116.8,117.2,47.2,47.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=120.8,121.2,47.2,47.6,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=120.8,121.2,42.8,43.2,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=113.2,113.6,42.8,43.2,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=128.0,128.4,42.8,43.2,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=135.2,135.6,42.8,43.2,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=106.0,106.4,42.8,43.2,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Pelare viloplats  
 &OBST XB=110.0,112.4,24.0,24.8,0.8,3.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Trappa1  
 &OBST XB=110.0,112.4,24.8,25.6,0.8,3.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Trappa1  
 &OBST XB=110.0,112.4,25.6,26.4,0.8,2.8, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Trappa1  
 &OBST XB=110.0,112.4,26.4,27.2,0.8,2.4, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Trappa1  
 &OBST XB=110.0,112.4,27.2,28.0,0.8,2.0, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Trappa1  
 &OBST XB=110.0,112.4,28.0,28.8,0.8,1.6, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Trappa1  
 &OBST XB=110.0,112.4,28.8,29.6,0.8,1.2, BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Steel1'/ Trappa1  
 &OBST XB=96.0,110.0,7.2,30.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof1

&OBST XB=32.8,61.6,24.0,44.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=61.6,80.8,33.6,36.8,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=61.6,73.6,36.8,38.4,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=61.6,66.4,38.4,43.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=96.0,108.4,30.4,31.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=96.0,106.8,31.2,32.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=112.8,128.8,4.8,20.0,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=128.8,131.2,4.8,21.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=131.2,169.6,12.0,30.4,3.6,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=131.2,156.0,9.6,30.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=156.0,172.0,9.6,33.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=172.0,175.2,9.6,38.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=175.2,180.0,9.6,42.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=180.0,192.0,23.2,44.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=135.2,156.0,30.4,31.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=156.0,156.0,31.2,32.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=142.8,156.0,32.0,32.8,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=146.4,156.0,32.8,33.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=150.0,170.4,33.6,34.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=153.6,172.0,34.4,35.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=156.8,175.2,35.2,36.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=160.0,172.0,36.0,36.8,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=162.4,172.0,36.8,37.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=164.8,172.0,37.6,38.4,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=168.0,175.2,38.4,39.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=168.0,175.2,39.2,40.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=168.8,175.2,40.0,40.8,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=169.6,175.2,40.8,41.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=170.4,175.2,41.6,42.4,3.6,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=16.8,29.6,24.0,29.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT/ Roof1  
&OBST XB=28.0,32.8,39.2,40.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT/ Roof1  
&OBST XB=28.8,32.8,40.0,40.8,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT/ Roof1  
&OBST XB=29.6,32.8,40.8,41.6,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT/ Roof1  
&OBST XB=184.8,121.8,8.8,23.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=202.4,222.4,23.2,32.0,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=212.8,219.2,19.2,23.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=232.0,242.4,29.6,37.6,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=192.0,202.4,23.2,44.0,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=202.4,208.0,32.0,44.0,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=208.0,210.4,32.0,43.2,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=210.4,212.0,32.0,42.4,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=212.0,213.6,32.0,41.6,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=213.6,215.2,32.0,40.8,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=215.2,216.8,32.0,40.0,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=216.8,218.4,32.0,38.4,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=218.4,219.2,32.0,35.2,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=219.2,220.8,32.0,34.4,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=220.8,221.6,32.0,33.6,3.2,4.0, COLOR='GRAY 94', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='INERT/ Roof1  
&OBST XB=222.4,224.8,26.4,31.2,3.2,4.0, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Roof1  
&OBST XB=116.8,124.8,51.6,54.8,3.6,4.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Glass1/ Roof1  
&OBST XB=67.2,68.8,41.6,42.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=68.0,70.4,40.8,41.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=69.6,71.2,40.0,40.8,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=70.4,72.0,39.2,40.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=71.2,72.8,38.4,39.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=72.0,73.6,37.6,38.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=72.8,74.4,36.8,37.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=77.6,80.8,36.0,36.8,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=80.0,85.6,35.2,36.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=84.8,88.0,34.4,35.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=87.2,89.6,33.6,34.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=88.8,91.2,32.8,33.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=90.4,96.0,32.0,32.8,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=96.0,106.8,31.6,32.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=106.4,106.8,30.8,31.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=106.8,108.4,30.8,31.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=108.0,108.4,30.0,30.8,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=108.4,110.0,30.0,30.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=109.6,110.0,24.0,30.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=112.4,112.8,20.0,24.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=112.4,128.8,19.6,20.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=128.8,129.2,19.6,21.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=131.2,131.6,21.2,30.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=131.6,135.6,30.0,30.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke  
&OBST XB=135.2,135.6,30.4,31.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=FALSE., SURF\_ID='Concrete1/ Råcke

&OBST XB=135.6,138.8,30.8,31.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=138.4,138.8,31.2,32.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=138.8,143.2,31.6,32.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=142.8,143.2,32.0,32.8,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=143.2,146.4,32.4,32.8,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=146.4,146.8,32.4,33.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=146.8,150.4,33.2,33.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=150.0,154.4,33.6,34.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=153.6,157.6,34.4,35.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=156.8,160.8,35.2,36.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=160.0,163.2,36.0,36.8,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=162.4,165.6,36.8,37.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=164.8,167.2,37.6,38.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=166.4,168.8,38.4,39.2,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=168.0,169.6,39.2,40.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=168.8,170.4,40.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=169.6,171.2,40.8,41.6,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=170.4,180.0,41.6,42.4,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=180.0,180.8,41.6,44.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=180.8,189.6,43.2,44.0,4.0,4.8, COLOR='RED', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Räck  
 &OBST XB=106.0,135.6,43.2,46.0,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=113.2,128.4,46.8,47.6,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=107.2,134.4,43.6,44.4,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=108.8,133.2,44.4,45.2,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=110.0,132.0,45.2,46.0,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=111.6,130.4,46.0,46.8,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=114.4,127.2,47.6,48.4,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=115.6,126.0,48.4,49.2,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=116.8,124.8,49.2,50.0,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=118.0,123.6,50.0,50.8,3.6,4.0, COLOR='BURNT SIENNA', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Viloplats  
 &OBST XB=1.6,45.6,22.4,48.8,6.4,7.2, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof2  
 &OBST XB=88.0,102.4,20.0,25.6,6.4,7.2, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof New Orleans  
 &OBST XB=102.4,104.0,20.0,22.4,6.4,7.2, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof New Orleans  
 &OBST XB=102.4,116.8,10.0,24.0,6.4,7.2, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof Hotel  
 &OBST XB=124.8,145.2,9.6,24.0,6.4,7.2, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof Hotel  
 &OBST XB=116.8,124.8,9.6,20.4,6.4,7.2, COLOR='WHITE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof Hotel  
 &OBST XB=192.8,242.4,28.8,48.8,6.4,7.2, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Roof 3  
 &OBST XB=1.6,116.4,4.8,48.8,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=125.2,242.4,4.8,48.8,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=116.4,125.2,4.8,7.6,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=116.4,125.2,7.6,28.4,0.0,0.4, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Marble1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=116.4,125.2,28.4,48.8,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=111.2,130.8,48.8,49.2,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=112.0,129.6,49.2,49.6,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=112.8,128.8,49.6,50.0,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=116.0,128.0,50.0,50.4,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=114.4,127.2,50.4,50.8,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=115.2,126.4,50.8,51.2,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=116.0,125.6,51.2,51.6,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Wood1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=116.8,124.8,51.6,54.8,0.0,0.8, BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Concrete1'/ Groundfloor  
 &OBST XB=1.6,242.4,4.8,48.8,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ Main roof  
 &OBST XB=111.2,130.8,48.8,49.2,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ MainRoof  
 &OBST XB=112.0,129.6,49.2,49.6,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ MainRoof  
 &OBST XB=112.8,128.8,49.6,50.0,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ MainRoof  
 &OBST XB=113.6,128.0,50.0,50.4,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ MainRoof  
 &OBST XB=114.4,127.2,50.4,50.8,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ MainRoof  
 &OBST XB=115.2,126.4,50.8,51.2,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ MainRoof  
 &OBST XB=116.0,125.6,51.2,51.6,11.2,12.0, COLOR='INVISIBLE', BNDF\_OBST=.FALSE., SURF\_ID='Glass1'/ MainRoof

----- Control functions -----

&HOLE XB=1.59,2.41,39.2,40.8,0.8,3.2, COLOR='RED', DEVC\_ID='timer 4'/ Nödutgång T4  
 &HOLE XB=1.59,2.41,40.8,48.8,0.8,3.2, COLOR='GREEN', DEVC\_ID='timer 3'/ Vanlig utgång T4  
 &HOLE XB=241.6,242.4,41.6,48.0,0.8,3.2, COLOR='GREEN', DEVC\_ID='timer 1'/ Vanlig utgång T5  
 &HOLE XB=241.59,242.41,38.4,41.6,0.8,3.2, COLOR='RED', DEVC\_ID='timer 2'/ Nödutgång T5  
 &HOLE XB=88.8,100.8,24.79,25.61,4.8, 6.4 / New Orleans hole

&DEVC ID='timer 3', QUANTITY='TIME', XYZ=2.05, 40.05, 2.45, SETPOINT=120.0, INITIAL\_STATE=.TRUE./  
 &DEVC ID='timer 4', QUANTITY='TIME', XYZ=2.05, 44.05, 2.45, SETPOINT=120.0, INITIAL\_STATE=.FALSE./  
 &DEVC ID='timer 1', QUANTITY='TIME', XYZ=241.95, 45.05, 2.45, SETPOINT=120.0, INITIAL\_STATE=.TRUE./  
 &DEVC ID='timer 2', QUANTITY='TIME', XYZ=241.95, 40.05, 2.45, SETPOINT=120.0, INITIAL\_STATE=.FALSE./

----- Utdata -----  
 ----- Ny utdata -----

&DEVC ID='mTemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 26.65, 5.05/  
&DEVC ID='mTemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 26.65, 5.55/  
&DEVC ID='mTemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 26.65, 6.05/

&DEVC ID='mTemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 27.65, 5.05/  
&DEVC ID='mTemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 27.65, 5.55/  
&DEVC ID='mTemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 27.65, 6.05/

&DEVC ID='mTemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 28.65, 5.05/  
&DEVC ID='mTemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 28.65, 5.55/  
&DEVC ID='mTemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 28.65, 6.05/

&DEVC ID='mTemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 29.65, 5.05/  
&DEVC ID='mTemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 29.65, 5.55/  
&DEVC ID='mTemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 29.65, 6.05/

&DEVC ID='mTemp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 30.65, 5.05/  
&DEVC ID='mTemp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 30.65, 5.55/  
&DEVC ID='mTemp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 30.65, 6.05/

&DEVC ID='mTemp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 31.65, 5.05/  
&DEVC ID='mTemp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 31.65, 5.55/  
&DEVC ID='mTemp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 31.65, 6.05/

&DEVC ID='mTemp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 32.65, 5.05/  
&DEVC ID='mTemp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 32.65, 5.55/  
&DEVC ID='mTemp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=89.05, 32.65, 6.05/

&DEVC ID='nTemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 26.65, 5.05/  
&DEVC ID='nTemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 26.65, 5.55/  
&DEVC ID='nTemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 26.65, 6.05/

&DEVC ID='nTemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 27.65, 5.05/  
&DEVC ID='nTemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 27.65, 5.55/  
&DEVC ID='nTemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 27.65, 6.05/

&DEVC ID='nTemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 28.65, 5.05/  
&DEVC ID='nTemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 28.65, 5.55/  
&DEVC ID='nTemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 28.65, 6.05/

&DEVC ID='nTemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 29.65, 5.05/  
&DEVC ID='nTemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 29.65, 5.55/  
&DEVC ID='nTemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 29.65, 6.05/

&DEVC ID='nTemp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 30.65, 5.05/  
&DEVC ID='nTemp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 30.65, 5.55/  
&DEVC ID='nTemp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 30.65, 6.05/

&DEVC ID='nTemp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 31.65, 5.05/  
&DEVC ID='nTemp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 31.65, 5.55/  
&DEVC ID='nTemp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 31.65, 6.05/

&DEVC ID='nTemp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 32.65, 5.05/  
&DEVC ID='nTemp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 32.65, 5.55/  
&DEVC ID='nTemp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=92.05, 32.65, 6.05/

&DEVC ID='oTemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 26.65, 5.05/  
&DEVC ID='oTemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 26.65, 5.55/  
&DEVC ID='oTemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 26.65, 6.05/

&DEVC ID='oTemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 27.65, 5.05/  
&DEVC ID='oTemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 27.65, 5.55/  
&DEVC ID='oTemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 27.65, 6.05/

&DEVC ID='oTemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 28.65, 5.05/  
&DEVC ID='oTemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 28.65, 5.55/  
&DEVC ID='oTemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 28.65, 6.05/

&DEVC ID='oTemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 29.65, 5.05/  
&DEVC ID='oTemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 29.65, 5.55/  
&DEVC ID='oTemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 29.65, 6.05/

&DEVC ID='oTemp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 30.65, 5.05/  
&DEVC ID='oTemp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 30.65, 5.55/  
&DEVC ID='oTemp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 30.65, 6.05/

&DEVC ID='oTemp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 31.65, 5.05/  
&DEVC ID='oTemp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 31.65, 5.55/  
&DEVC ID='oTemp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 31.65, 6.05/

&DEVC ID='oTemp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 32.65, 5.05/  
&DEVC ID='oTemp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 32.65, 5.55/  
&DEVC ID='oTemp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.35, 32.65, 6.05/

&DEVC ID='pTemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 26.65, 5.05/  
&DEVC ID='pTemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 26.65, 5.55/  
&DEVC ID='pTemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 26.65, 6.05/

&DEVC ID='pTemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 27.65, 5.05/  
&DEVC ID='pTemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 27.65, 5.55/  
&DEVC ID='pTemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 27.65, 6.05/

&DEVC ID='pTemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 28.65, 5.05/  
&DEVC ID='pTemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 28.65, 5.55/  
&DEVC ID='pTemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 28.65, 6.05/

&DEVC ID='pTemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 29.65, 5.05/  
&DEVC ID='pTemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 29.65, 5.55/  
&DEVC ID='pTemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 29.65, 6.05/

&DEVC ID='pTemp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 30.65, 5.05/  
&DEVC ID='pTemp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 30.65, 5.55/  
&DEVC ID='pTemp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 30.65, 6.05/

&DEVC ID='pTemp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 31.65, 5.05/  
&DEVC ID='pTemp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 31.65, 5.55/  
&DEVC ID='pTemp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 31.65, 6.05/

&DEVC ID='pTemp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 32.65, 5.05/  
&DEVC ID='pTemp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 32.65, 5.55/  
&DEVC ID='pTemp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=98.05, 32.65, 6.05/

&DEVC ID='qTemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 26.65, 5.05/  
&DEVC ID='qTemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 26.65, 5.55/  
&DEVC ID='qTemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 26.65, 6.05/

&DEVC ID='qTemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 27.65, 5.05/  
&DEVC ID='qTemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 27.65, 5.55/  
&DEVC ID='qTemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 27.65, 6.05/

&DEVC ID='qTemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 28.65, 5.05/  
&DEVC ID='qTemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 28.65, 5.55/  
&DEVC ID='qTemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 28.65, 6.05/

&DEVC ID='qTemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 29.65, 5.05/  
&DEVC ID='qTemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 29.65, 5.55/  
&DEVC ID='qTemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 29.65, 6.05/

&DEVC ID='qTemp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 30.65, 5.05/  
&DEVC ID='qTemp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 30.65, 5.55/  
&DEVC ID='qTemp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 30.65, 6.05/

&DEVC ID='qTemp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 31.65, 5.05/  
&DEVC ID='qTemp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 31.65, 5.55/  
&DEVC ID='qTemp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 31.65, 6.05/

&DEVC ID='qTemp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 32.65, 5.05/  
&DEVC ID='qTemp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 32.65, 5.55/  
&DEVC ID='qTemp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=100.05, 32.65, 6.05/

&DEVC ID='mGAS1', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=92.25, 26.65, 5.05, ORIENTATION=0.0, 1.0, 0.0/  
&DEVC ID='mGAS2', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=92.25, 26.65, 5.55, ORIENTATION=0.0, 1.0, 0.0/  
&DEVC ID='mGAS3', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=92.25, 26.65, 6.05, ORIENTATION=0.0, 1.0, 0.0/

&DEVC ID='mGAS4', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=92.25, 27.65, 5.05, ORIENTATION=0.0, 1.0, 0.0/  
&DEVC ID='mGAS5', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=92.25, 27.65, 5.55, ORIENTATION=0.0, 1.0, 0.0/





&DEVC ID='RAD1', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX', STATISTICS='MAX', XB=94.0, 94.4, 28.0, 28.4, 4.0, 6.0 /  
 &DEVC ID='RAD1', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX', STATISTICS='MAX', XB=94.8, 95.2, 29.2, 29.6, 4.0, 6.0 /

----- Slut ny utdata -----

&DEVC ID='NOUemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 4.05/  
 &DEVC ID='NOUemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 4.45/  
 &DEVC ID='NOUemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 4.85/  
 &DEVC ID='NOUemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 5.25/  
 &DEVC ID='NOUemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 5.65/  
 &DEVC ID='NOUemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 6.05/  
 &DEVC ID='NOUemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 6.45/  
 &DEVC ID='NOUemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 6.85/  
 &DEVC ID='NOUemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 7.25/  
 &DEVC ID='NOUemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 7.65/  
 &DEVC ID='NOUemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 8.05/  
 &DEVC ID='NOUemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 8.45/  
 &DEVC ID='NOUemp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 8.85/  
 &DEVC ID='NOUemp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 9.25/  
 &DEVC ID='NOUemp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 9.65/  
 &DEVC ID='NOUemp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 10.05/  
 &DEVC ID='NOUemp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 10.45/  
 &DEVC ID='NOUemp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=95.55, 27.15, 10.85/

&DEVC ID='HTemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 4.05/  
 &DEVC ID='HTemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 4.25/  
 &DEVC ID='HTemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 4.45/  
 &DEVC ID='HTemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 4.65/  
 &DEVC ID='HTemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 4.85/  
 &DEVC ID='HTemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 5.05/  
 &DEVC ID='HTemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 5.25/  
 &DEVC ID='HTemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 5.45/  
 &DEVC ID='HTemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 5.65/  
 &DEVC ID='HTemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 5.85/  
 &DEVC ID='HTemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 6.05/  
 &DEVC ID='HTemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.65, 15.55, 6.25/

&DEVC ID='NOTemp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 4.05/  
 &DEVC ID='NOTemp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 4.25/  
 &DEVC ID='NOTemp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 4.45/  
 &DEVC ID='NOTemp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 4.65/  
 &DEVC ID='NOTemp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 4.85/  
 &DEVC ID='NOTemp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 5.05/  
 &DEVC ID='NOTemp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 5.25/  
 &DEVC ID='NOTemp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 5.45/  
 &DEVC ID='NOTemp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 5.65/  
 &DEVC ID='NOTemp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 5.85/  
 &DEVC ID='NOTemp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 6.05/  
 &DEVC ID='NOTemp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 6.25/  
 &DEVC ID='NOTemp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 6.45/  
 &DEVC ID='NOTemp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 6.65/  
 &DEVC ID='NOTemp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 6.85/  
 &DEVC ID='NOTemp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=90.15, 21.05, 7.05/

&DEVC ID='Mitt1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 0.85/  
 &DEVC ID='Mitt2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 1.25/  
 &DEVC ID='Mitt3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 1.65/  
 &DEVC ID='Mitt4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 2.05/  
 &DEVC ID='Mitt5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 2.45/  
 &DEVC ID='Mitt6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 2.85/  
 &DEVC ID='Mitt7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 3.25/  
 &DEVC ID='Mitt8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 3.65/  
 &DEVC ID='Mitt9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 4.05/  
 &DEVC ID='Mitt10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 4.45/  
 &DEVC ID='Mitt11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 4.85/  
 &DEVC ID='Mitt12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 5.25/  
 &DEVC ID='Mitt13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 5.65/  
 &DEVC ID='Mitt14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 6.05/  
 &DEVC ID='Mitt15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 6.45/  
 &DEVC ID='Mitt16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 6.85/  
 &DEVC ID='Mitt17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 7.25/  
 &DEVC ID='Mitt18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 7.65/  
 &DEVC ID='Mitt19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 8.05/  
 &DEVC ID='Mitt20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 8.45/  
 &DEVC ID='Mitt21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=120.55, 27.15, 8.85/





&DEVC ID='TR1Temp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 6.85/  
 &DEVC ID='TR1Temp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 7.25/  
 &DEVC ID='TR1Temp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 7.65/  
 &DEVC ID='TR1Temp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 8.05/  
 &DEVC ID='TR1Temp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 8.45/  
 &DEVC ID='TR1Temp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 8.85/  
 &DEVC ID='TR1Temp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 9.25/  
 &DEVC ID='TR1Temp22', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 9.65/  
 &DEVC ID='TR1Temp23', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 10.05/  
 &DEVC ID='TR1Temp24', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 10.45/  
 &DEVC ID='TR1Temp25', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=111.65, 29.05, 10.85/

&DEVC ID='TR22Temp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 4.05/  
 &DEVC ID='TR22Temp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 4.25/  
 &DEVC ID='TR22Temp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 4.45/  
 &DEVC ID='TR22Temp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 4.65/  
 &DEVC ID='TR22Temp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 4.85/  
 &DEVC ID='TR22Temp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 5.05/  
 &DEVC ID='TR22Temp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 5.25/  
 &DEVC ID='TR22Temp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 5.45/  
 &DEVC ID='TR22Temp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 5.65/  
 &DEVC ID='TR22Temp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 5.85/  
 &DEVC ID='TR22Temp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 6.05/  
 &DEVC ID='TR22Temp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 20.85, 6.25/

&DEVC ID='TR2Temp1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 1.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 1.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 2.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 2.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 2.85/  
 &DEVC ID='TR2Temp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 3.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 3.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 4.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 4.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 4.85/  
 &DEVC ID='TR2Temp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 5.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 5.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 6.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 6.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 6.85/  
 &DEVC ID='TR2Temp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 7.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 7.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 8.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 8.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 8.85/  
 &DEVC ID='TR2Temp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 9.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp22', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 9.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp23', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 10.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp24', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 10.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp25', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 10.85/

----- Sikt-----

&DEVC ID='Sikt1', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=2.4,24.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt2', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=24.0,48.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt3', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=48.0,72.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt4', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=72.0,96.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt5', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=72.0,96.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,120.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,120.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,111.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,130.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt10', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=113.5,113.5,36.0,2.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt11', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=130.0,130.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt12', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=104.0,108.0,46.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt13', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=241.0,224.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt14', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=224.0,200.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt15', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=200.0,176.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt16', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=176.0,152.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt17', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=152.0,140.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt18', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=152.0,140.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt19', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=130.0,130.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt20', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=113.5,113.5,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt21', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=96.0,108.0,46.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt22', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=96.0,108.0,27.5,27.5,5.8,5.8/

&DEVC ID='Sikt23', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=72.0,96.0,35.0,27.5,5.8,5.8/  
 &DEVC ID='Sikt24', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=124.0,108.0,19.0,19.0,5.8,5.8/  
 &DEVC ID='Sikt25', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=152.0,140.0,32.4,27.0,5.8,5.8/  
 &DEVC ID='Sikt26', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=140.0,124.0,27.0,24.0,5.8,5.8/

----- Slices -----

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=2.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=50.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=90.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=95.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=100.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=120.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=105.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=112.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=180.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=237.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=130.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=175 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=140 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=160 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=60 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=80 /

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=15.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=25.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=27.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=29.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=33.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=35.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=40.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=43.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=46.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=3.5/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=5/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=7.5/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=9.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=2/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=50/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=90/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=95/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=100/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=120/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=105/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=112/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=180/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=237/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=130/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=175/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=15/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=22/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=27/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=28/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=32/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=29/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=35/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=43/  
 &SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=46.6/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=130.0/  
 &SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=105/  
 &SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=120/  
 &SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=112/  
 &SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=50/  
 &SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=175/

&SLCF QUANTITY='W-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=105/  
 &SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=120/  
 &SLCF QUANTITY='W-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=130/  
 &SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=180/

```
&SLCF QUANTITY='W-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=150/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=50/
```

```
&SLCF QUANTITY='U-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBY=25.0/
&SLCF QUANTITY='U-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBY=35.0/
&SLCF QUANTITY='U-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBY=45.0/
```

```
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=2/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=5.0/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=8.0/
```

```
&TAIL /
```

## E.4.2 Indata Pocket Shop Gridoberoende

Skillnaden mot simuleringen Pocket Shop ligger endast i meshstorleken då följande används.

```
&MESH ID='MESH1 T4', COLOR='YELLOW', IJK=60,150,36, XB=0.0,24.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH2 ', COLOR='GREEN', IJK=60,150,36, XB=24.0,48.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH3', RGB=255,51,51, IJK=60,150,36, XB=48.0,72.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH4', RGB=51,255,255, IJK=60,150,36, XB=72.0,96.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH5 Left', COLOR='YELLOW', IJK=60,120,72, XB=96.0,108.0,0.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH6 Left2', RGB=51,255,0, IJK=60,120,72, XB=96.0,108.0,24.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH7 Left3', COLOR='RED', IJK=60,60,72, XB=96.0,108.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH8 Center1', COLOR='CYAN', IJK=80,60,72, XB=108.0,124.0,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH9 Center2', COLOR='BLUE', IJK=80,60,72, XB=108.0,124.0,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH10 Center3', COLOR='RED', IJK=80,60,72, XB=108.0,124.0,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH11 Center4', RGB=204,0,255, IJK=80,60,72, XB=108.0,124.0,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH12 Center5', RGB=51,255,0, IJK=80,60,72, XB=108.0,124.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH13 Center6', RGB=51,255,0, IJK=80,60,72, XB=124.0,140.0,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH14 Center7', RGB=204,0,255, IJK=80,60,72, XB=124.0,140.0,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH15 Center8', COLOR='BLUE', IJK=80,60,72, XB=124.0,140.0,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH16 Center9', COLOR='CYAN', IJK=80,60,72, XB=124.0,140.0,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH17 Center10', COLOR='RED', IJK=80,60,72, XB=124.0,140.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH18 Right1', RGB=255,51,51, IJK=60,120,72, XB=140.0,152.0,0.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH19 Right2', RGB=51,255,0, IJK=60,120,72, XB=140.0,152.0,24.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20 Right3', RGB=102,255,255, IJK=60,60,72, XB=140.0,152.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20', RGB=0,102,255, IJK=60,150,36, XB=152.0,176.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH22', RGB=51,255,0, IJK=60,150,36, XB=176.0,200.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH23', RGB=255,51,51, IJK=60,150,36, XB=200.0,224.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH24 T5', COLOR='YELLOW', IJK=60,150,36, XB=224.0,248.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
```

## E.4.3 Indata Pocket Shop sprinklat

Skillnaden mot referens indata koden ligger i brandens storlek.

```
-----Burner-----
```

```
&REAC ID='Wood-PMMA average',
  C=1.0,
  H=1.7,
  O=0.83,
  N=0.0,
  HEAT_OF_COMBUSTION=2.065E4,
  SOOT_YIELD=0.0185/
  VISIBILITY_FACTOR=8/
```

```
&SURF ID='BURNER', HRRPUA=2857.14, COLOR='RASPBERRY', RAMP_Q='fire' /
```

```
&RAMP ID='fire', T=0.0, F=0.0 /
&RAMP ID='fire', T=15.0, F=0.066 /
&RAMP ID='fire', T=1200.0, F=0.066 /
```

```
&OBST XB=102.0, 104.8, 31.6, 33.6, 0.8, 1.2, SURF_IDS='BURNER','INERT','INERT'/
```

## E.4.4 Indata Pocket Shop sprinklat gridoberoende

För att erhålla detta scenario används meshen från bilaga E.4.2 och branden från bilaga E.4.3 i referens indata filen.

### E.4.5 Indata New Orleans osprinklat

Skillnaden mot referens indata filen i bilaga E.4.1 återfinns i brandens placering och storlek.

-----Burner-----

```
&REAC ID='Olive Oil and Animal Fat',
  C=6.0,
  H=12.0,
  O=2.0,
  N=0.0,
  HEAT_OF_COMBUSTION=3.97E4,
  SOOT_YIELD=0.097,
  VISIBILITY_FACTOR=8/
```

```
&SURF ID='BURNER', COLOR='RASPBERRY', HRRPUA=411.93, RAMP_Q='fire/'
```

```
&RAMP ID='fire', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='fire', T=260.0, F=0.583/
&RAMP ID='fire', T=290.0, F=1.0/
&RAMP ID='fire', T=1200.0, F=1.0/
```

```
&OBST XB=90.8, 99.6, 21.2, 24.4, 4.0, 4.4, SURF_IDS='BURNER','INERT','INERT'/
```

### E.4.6 Indata New Orleans osprinklat gridoberoende

För att erhålla detta scenario används referens indata filen med branden i bilaga E.4.5 och följande mesh.

-----Simulation Time, mesh etc-----

```
&HEAD CHID='NewOrleansGridoberoende2', TITLE='Fire in New Orleans2'/
```

```
&MESH ID='MESH1 T4', COLOR='YELLOW', IJK=60,150,36, XB=0.0,24.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH2 ', COLOR='GREEN', IJK=60,150,36, XB=24.0,48.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH3', RGB=255,51,51, IJK=54,150,36, XB=48.0,69.6,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH4', RGB=51,255,255, IJK=48,150,36, XB=69.6,88.8,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH5 Left', COLOR='YELLOW', IJK=80,60,72, XB=88.8,104.8,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH6 Left2', RGB=51,255,0, IJK=80,180,72, XB=88.8,104.8,12.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH7 Left3', COLOR='RED', IJK=80,60,72, XB=88.8,104.8,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH8 Center1', COLOR='CYAN', IJK=100,60,72, XB=104.8,124.8,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH9 Center2', COLOR='BLUE', IJK=100,60,72, XB=104.8,124.8,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH10 Center3', COLOR='RED', IJK=100,60,72, XB=104.8,124.8,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH11 Center4', RGB=204,0,255, IJK=100,60,72, XB=104.8,124.8,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH12 Center5', RGB=51,255,0, IJK=100,60,72, XB=104.8,124.8,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH13 Center6', RGB=51,255,0, IJK=80,60,72, XB=124.8,140.8,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH14 Center7', RGB=204,0,255, IJK=80,60,72, XB=124.8,140.8,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH15 Center8', COLOR='BLUE', IJK=80,60,72, XB=124.8,140.8,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH16 Center9', COLOR='CYAN', IJK=80,60,72, XB=124.8,140.8,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH17 Center10', COLOR='RED', IJK=80,60,72, XB=124.8,140.8,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH18 Right1', RGB=255,51,51, IJK=60,120,72, XB=140.8,152.8,0.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH19 Right2', RGB=51,255,0, IJK=60,120,72, XB=140.8,152.8,24.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20 Right3', RGB=102,255,255, IJK=60,60,72, XB=140.8,152.8,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20', RGB=0,102,255, IJK=60,150,36, XB=152.8,176.8,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH22', RGB=51,255,0, IJK=60,150,36, XB=176.8,200.8,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH23', RGB=255,51,51, IJK=60,150,36, XB=200.8,224.8,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH24 T5', COLOR='YELLOW', IJK=60,150,36, XB=224.8,248.8,0.0,60.0,0.0,14.4/
```

### E.4.7 Indata New Orleans sprinklat

För att erhålla detta scenario används referens indata filen, meshen från bilaga E.4.6 och följande för branden.

-----Burner-----

```
&REAC ID='Olive Oil and Animal Fat',
  C=6.0,
  H=12.0,
  O=2.0,
  N=0.0,
  HEAT_OF_COMBUSTION=3.97E4,
  SOOT_YIELD=0.097,
```



```
VISIBILITY_FACTOR=8/
```

```
&SURF ID='BURNER', COLOR='RASPBERRY', HRRPUA=37.89, RAMP_Q='fire/'
```

```
&RAMP ID='fire', T=0.0, F=0.0/
```

```
&RAMP ID='fire', T=103.0, F=1.0/
```

```
&RAMP ID='fire', T=1200.0, F=1.0/
```

```
&OBST XB=90.8, 99.6, 21.2, 24.4, 4.0, 4.4, SURF_IDS='BURNER','INERT','INERT'/
```

#### E.4.8 Indata New Orleans sprinklat gridoberoende

För att erhålla detta scenario använd referens indata filen, meshen från bilaga E.4.6 och branden från bilaga E.4.7.

#### E.4.9 Indata bilscenariot

Till detta scenario används referens indata filen i bilaga E.4.1 och följande kod för mesh, branden och utdata.

```
-----Sky City-----
-----Simulation Time, mesh etc.-----

&HEAD CHID='Bil', TITLE='Fire in Bil'/

&MESH ID='MESH1 T4', COLOR='YELLOW', IJK=30,75,18, XB=0.0,24.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH2 ', COLOR='GREEN', IJK=30,75,18, XB=24.0,48.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH3', RGB=255,51,51, IJK=30,75,18, XB=48.0,72.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH4', RGB=51,255,255, IJK=30,75,18, XB=72.0,96.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH5 Left', COLOR='YELLOW', IJK=30,60,36, XB=96.0,108.0,0.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH6 Left2', RGB=51,255,0, IJK=30,60,36, XB=96.0,108.0,24.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH7 Left3', COLOR='RED', IJK=30,30,36, XB=96.0,108.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH8 Center1', COLOR='CYAN', IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH9 Center2', COLOR='BLUE', IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH10 Center3', COLOR='RED', IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH11 Center4', RGB=204,0,255, IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH12 Center5', RGB=51,255,0, IJK=40,30,36, XB=108.0,124.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH13 Center6', RGB=51,255,0, IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,0.0,12.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH14 Center7', RGB=204,0,255, IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,12.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH15 Center8', COLOR='BLUE', IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,24.0,36.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH16 Center9', COLOR='CYAN', IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,36.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH17 Center10', COLOR='RED', IJK=40,30,36, XB=124.0,140.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH18 Right1', RGB=255,51,51, IJK=30,60,36, XB=140.0,152.0,0.0,24.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH19 Right2', RGB=51,255,0, IJK=30,60,36, XB=140.0,152.0,24.0,48.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20 Right3', RGB=102,255,255, IJK=30,30,36, XB=140.0,152.0,48.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH20', RGB=0,102,255, IJK=30,75,18, XB=152.0,176.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH22', RGB=51,255,0, IJK=30,75,18, XB=176.0,200.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH23', RGB=255,51,51, IJK=30,75,18, XB=200.0,224.0,0.0,60.0,0.0,14.4/
&MESH ID='MESH24 T5', COLOR='YELLOW', IJK=30,75,18, XB=224.0,248.0,0.0,60.0,0.0,14.4/

&TIME T_END=1200.0/

----- Overall parameters -----

&MISC BDNF_DEFAULT=FALSE. /
&DUMP DT_RESTART=300.0/
&RADI RADIATIVE_FRACTION=0.35, NUMBER_RADIATION_ANGLES=1040/
&BNDF QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX'/

----- Building properties-----

&MATL ID='Steel',
  SPECIFIC_HEAT=0.46,
  CONDUCTIVITY=59.0,
  DENSITY=7849.0/

&MATL ID='Marble',
  SPECIFIC_HEAT=0.8,
  CONDUCTIVITY=2.505,
  DENSITY=2600.0/

&MATL ID='Wood',
  SPECIFIC_HEAT=2.4,
```

```

CONDUCTIVITY=0.166,
DENSITY=540.0/

&MATL ID='Glass',
SPECIFIC_HEAT=0.84,
CONDUCTIVITY=0.78,
DENSITY=2700.0/

&MATL ID='Wool',
SPECIFIC_HEAT=1.0,
CONDUCTIVITY=0.052,
DENSITY=330.0/

&MATL ID='Concrete',
SPECIFIC_HEAT=0.88,
CONDUCTIVITY=1.37,
DENSITY=2100.0/

&SURF ID='Steel1',
COLOR='GRAY 60',
MATL_ID(1,1)='Steel',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Marble1',
RGB=153,153,0,
MATL_ID(1,1)='Marble',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Wood1',
RGB=255,153,51,
MATL_ID(1,1)='Wood',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Glass1',
RGB=146,202,166,
MATL_ID(1,1)='Glass',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Wool1',
RGB=255,204,255,
MATL_ID(1,1)='Wool',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Concrete1',
COLOR='GRAY 60',
MATL_ID(1,1)='Concrete',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

-----Burner-----

&REAC ID='PMMA',
C=5.0,
H=8.0,
O=2,
HEAT_OF_COMBUSTION=24200.,
SOOT_YIELD=0.022,
VISIBILITY_FACTOR=8/

&SURF ID='BURNER', HRRPUA=1250.0, COLOR='RASPBERRY', RAMP_Q='fire' /

&RAMP ID='fire', T=0.0, F=0.0 /
&RAMP ID='fire', T=603.0, F=1.0 /
&RAMP ID='fire', T=700.0, F=1.0 /
&RAMP ID='fire', T=1200.0, F=0.333 /

&OBST XB=114.0, 117.2, 39.6, 41.6, 0.8, 1.2, SURF_IDS='BURNER','INERT','INERT'/

```

För utdata används följande kod.

```
----- Utdata -----
```







&DEVC ID='TR2Temp6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 3.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 3.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 4.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 4.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 4.85/  
 &DEVC ID='TR2Temp11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 5.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 5.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp13', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 6.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp14', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 6.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp15', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 6.85/  
 &DEVC ID='TR2Temp16', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 7.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp17', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 7.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp18', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 8.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp19', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 8.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp20', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 8.85/  
 &DEVC ID='TR2Temp21', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 9.25/  
 &DEVC ID='TR2Temp22', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 9.65/  
 &DEVC ID='TR2Temp23', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 10.05/  
 &DEVC ID='TR2Temp24', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 10.45/  
 &DEVC ID='TR2Temp25', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=130.25, 27.05, 10.85/

----- Sikt-----

&DEVC ID='Sikt1', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=2.4,24.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt2', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=24.0,48.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt3', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=48.0,72.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt4', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=72.0,96.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt5', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=72.0,96.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt6', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,120.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt7', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,120.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt8', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,111.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt9', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=120.0,130.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt10', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=113.5,113.5,36.0,2.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt11', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=130.0,130.0,36.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt12', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=104.0,108.0,46.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt13', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=241.0,224.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt14', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=224.0,200.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt15', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=200.0,176.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt16', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=176.0,152.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt17', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=152.0,140.0,46.0,46.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt18', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=152.0,140.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt19', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=130.0,130.0,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt20', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=113.5,113.5,46.0,36.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt21', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=96.0,108.0,46.0,24.0,2.4,2.4/  
 &DEVC ID='Sikt22', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=96.0,108.0,27.5,27.5,5.8,5.8/  
 &DEVC ID='Sikt23', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=72.0,96.0,35.0,27.5,5.8,5.8/  
 &DEVC ID='Sikt24', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=124.0,108.0,19.0,19.0,5.8,5.8/  
 &DEVC ID='Sikt25', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=152.0,140.0,32.4,27.0,5.8,5.8/  
 &DEVC ID='Sikt26', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=140.0,124.0,27.0,24.0,5.8,5.8/

----- Slices -----

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=2.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=50.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=120.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=105.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=112.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=180.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=237.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=130.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=175 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=140 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=160 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=60 /  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=80 /

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=15.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=25.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=33.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=35.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=40.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=43.0/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=46.6/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2/

```

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=3.5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=7.5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=9.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=10.5/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=2/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=50/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=120/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=105/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=112/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=180/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=237/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=130/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=175/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=15/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=22/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=35/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=43/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=46.6/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=130.0/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=105/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=120/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=112/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=50/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=175/

&SLCF QUANTITY='W-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=105/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=120/
&SLCF QUANTITY='W-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=130/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=180/
&SLCF QUANTITY='W-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=150/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=50/

&SLCF QUANTITY='U-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBY=25.0/
&SLCF QUANTITY='U-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBY=35.0/
&SLCF QUANTITY='U-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBY=45.0/

&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=2/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=10.5/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=5.0/
&SLCF QUANTITY='V-VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBZ=8.0/

&TAIL /

```

#### E.4.10 Indata bilscenariot gridoberoende

För detta scenario används referens indatafil och materialet i bilaga E.4.9 förutom att meshen i bilaga E.4.2 ska användas.

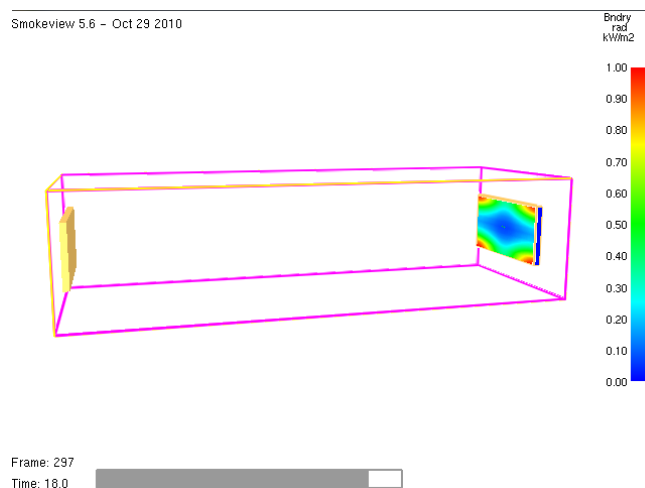
### E.5 Verifiering strålningsmodell

I FDS5 simuleringarna kan kritiska förhållanden inträffa med avseende på temperatur, sikt och strålning. För att erhålla rimliga resultat med avseende på strålning testas olika antal strålningsvinklar där resultaten jämförs med olika mätmetoder för strålningen. Dessa mätvärden redovisas i tabell E.6.

Tabell E.6. Uppmätt strålning i FDS5.

| Strålningsvinklar | Radiative<br>heat flux | Net heat flux | Incident<br>heat flux | Radiative<br>heat flux gas |
|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|
| 104.00            | 1.05                   | 1.05          | 1.59                  | 0.49                       |
| 1040.00           | 1.66                   | 1.66          | 2.26                  | 2.23                       |
| 1560.00           | 1.69                   | 1.69          | 2.29                  | 2.29                       |

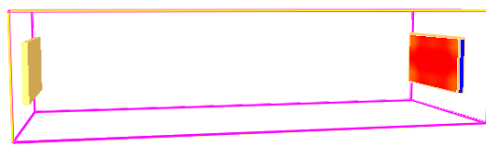
Radiative heat flux och net heat flux innebär att enbart strålning mäts utan hänsyn till den konvektiva värmetransporten. Incident heat flux och radiative heat flux gas mäter både strålningen och den konvektiva värmeöverföringen. Skillnaden mellan dessa är att radiative heat flux gas är en mätpunkt vilken kan befinna sig fritt hängande i luften medan incident heat flux mäter den infallande strålningen mot en fast yta. Nackdelen med radiative heat flux gas är att den endast mäter i en riktning. Med 1040 strålningsvinklar erhålls resultat på strålningen vilka anses godtagbara då de endast skiljer sig åt med  $0,03 \text{ kW/m}^2$  för incident heat flux och radiative heat flux gas. Detta visar att strålningsmodellen med 1040 strålningsvinklar fungerar på avstånd upp till 15 m. Då ett antal områden där strålningen är av intresse befinner sig där det inte finns fasta ytor kommer gas heat flux mätpunkter användas vilket kräver eftertanke om vilken riktning de ska undersökas i. Detta är möjligt att genomföra vilket bevisas i tabell E.6. Strålningsberäkningar med en platta till punkt metoden ger att den infallande strålningen bör bli  $1,49 \text{ kW/m}^2$ . Vilket skiljer sig med mindre än  $0,2 \text{ kW/m}^2$  från radiative heat flux och net heat flux vilka båda mäter strålningsandelen. Figur E.17 - E.19 visar den infallande strålningen på 15 m avstånd mellan plattorna. Strålningsbilden för 104 strålningsvinklar är inte realistisk då det simulerade scenariot bör ge en jämn strålningsbild och strålningen underskattas vilket visas i tabell E.6. Skillnaden mellan att använda 1040 eller 1560 strålningsvinklar är försumbar och 1040 väljs därför för att få en snabbare simulering. Skillnaden kan även observeras tabell E.6 där både strålningen och den konvektiva värmeöverföringen skiljer sig med  $0,03 \text{ kW/m}^2$  för 1040 respektive 1560 strålningsvinklar. Slutsatsen är att den tilltänkta mättekniken med radiative heat flux gas och incident heat flux kan användas med 1040 strålningsvinklar och att strålningen inte underskattas så länge mätpunkterna riktas rätt.



Figur E.17. Infallande strålning med 104 strålningsvinklar.



Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 297  
Time: 18.0

Figur E.18. Infallande strålning med 1040 strålningsvinklar.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 297  
Time: 16.0

Figur E.19. Infallande strålning med 1560 strålningsvinklar.

### E.5.1 Indata verifiering strålning

Nedan presenteras indatafilen för att kontrollera antalet strålningsvinklar.

Testar hur många strålningsvinklar som krävs på 15 m och olika mättekniker.

```
&HEAD CHID='Stralningx1', TITLE='Stralning 15m'/
&MESH ID='MESH1', COLOR='YELLOW', IJK=80,30,20, XB=0.0,16.0,0.0,6.0,0.0,4.0/
&TIME T_END=20.0/
&MISC BDNF_DEFAULT=.FALSE., SURF_DEFAULT='INERT' /
&BNDF QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX'/
&RADI NUMBER_RADIATION_ANGLES=104/
```

Här ändras antalet strålningsvinklar till 1040 respektive 1560 för de olika fallen

```
&SURF ID='Warm', TMP_FRONT=1000, H_FIXED=0./
&OBST XB=0.2, 0.4, 1.0, 5.0, 1.0, 3.0, SURF_ID='Warm' /
&OBST XB=15.4, 15.6, 1.0, 5.0, 1.0, 3.0, BDNF_OBST=.TRUE. /
&DEVC ID='RAD', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX', STATISTICS='MAX', XB=15.4, 15.4, 1.0, 5.0, 1.0, 3.0 /
&DEVC ID='NET', QUANTITY='NET HEAT FLUX', STATISTICS='MAX', XB=15.4, 15.4, 1.0, 5.0, 1.0, 3.0 /
&DEVC ID='GAUGE', QUANTITY='GAUGE HEAT FLUX', STATISTICS='MAX', XB=15.4, 15.4, 1.0, 5.0, 1.0, 3.0 /
&DEVC ID='INCIDENT', QUANTITY='INCIDENT HEAT FLUX', STATISTICS='MAX', XB=15.4, 15.4, 1.0, 5.0, 1.0, 3.0 /
&DEVC ID='GAS', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=15.35, 3.05, 2.05, ORIENTATION=-1.0, 0.0, 0.0 /
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0, 16.0, 0.0, 0.0, 0.0, 4.0/ Vent #1
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0, 16.0, 6.0, 6.0, 0.0, 4.0/ Vent #2
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0, 0.0, 0.0, 6.0, 0.0, 4.0/ Vent #3
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=16.0, 16.0, 0.0, 6.0, 0.0, 4.0/ Vent #4
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0, 16.0, 0.0, 6.0, 0.0, 0.0/ Vent #5
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0, 16.0, 0.0, 6.0, 4.0, 4.0/ Vent #6
```

```
&TAIL /
```



**Bilaga F – Sprinklerintyg**

Intyg angående sprinkleranläggningen på Sky City.

**PROVISORISKT ANLÄGGARINTYG**

**AUTOMATISK VATTENSPRINKLERANLÄGGNING**

|   |   |   |                                    |
|---|---|---|------------------------------------|
| Anläggningsföretags anläggningsnr<br><b>G-25 000 000</b>  | Besiktningsföretagets ref.nr<br><b>S-1902</b> | <input checked="" type="checkbox"/> Nyanläggning <input type="checkbox"/> Utökning  | Tagen i drift den<br><b>930715</b> |
| Anläggningsägare<br><b>Lfv Airport Center AB</b>  |   | Anläggningens omfattning<br><b>SkyCity, utom ställverk, telerum, datorrum, trapphus, Plazan, hotellets badrum, hotelllobbys lanternin, hissmaskinrum och förbindelsegång till nedre entréhall</b> |                                    |
| Postadress<br><b>Box 24<br/>190 45 Stockholm-Arlanda</b>  |   |   |                                    |
| Anläggningens belägenhet<br><b>SkyCity<br/>Stockholm-Arlanda</b>  |   |   |                                    |
| Riskklass, varukategori, lagringshöjd i resp byggnader (byggnadsdelar)<br><b>N3 5mm/min</b>   |   |   |                                    |
| <b>MATERIEL OCH UTFÖRANDE</b>   |   |   |                                    |
| Fabrikat<br><b>Preussag</b>   |   | Antal sektioner<br><b>14</b>  |                                    |
| Larmventiler, typ och tillbehör<br><b>14st våtrör, 11st flödesvakter</b>  |   |   |                                    |
| Sprinklerhuvuden, antal och typer<br><b>ca 10 000st konv., spray, side-wall, fast response</b>  |   |   |                                    |
| Rörmät enl tabell (Tryckfallsberäkning bifogas)<br><b>Beräkningar ej slutförda</b>  |   |   |                                    |
| Erforderlig kapacitet hos vattentillöpp   |   | l/m   | bar                                |
|   |   | <b>ca 2000</b>  | <b>ca 5,6</b>                      |
| Vattenkällor, antal, typer och magasinerade volymer<br><b>Arlanda Flygplats interna vattenservis</b>  |   | Provningresultat enl bifogade diagram <input checked="" type="checkbox"/>   |                                    |
|   |   | Provningsdatum<br><b>930220</b>   |                                    |
| Pumpaggregat, typ och kapacitet   |   |   |                                    |
| Larmsignalöverföring<br><input checked="" type="checkbox"/> Kontr <input type="checkbox"/> Ej kontr   | System-linje                                  | Larmcentral<br><b>Sigtuna Räddningstjänst</b>   |                                    |
| Signalöverföring, pumpstart, kraftkälla, ventilavstängning m m<br><input type="checkbox"/> Till larmcentral <input checked="" type="checkbox"/> TA <b>SkyCitys ÖVC</b>  |   |   |                                    |
| <b>AVVIKELSER — ANMÄRKNINGAR</b>  |   |   |                                    |
| 1) Ovan undertak är endast kabelstegar skyddsprinklade  |   |   |                                    |
| 2) Kofilteranl. är tomrörssystem med brandkärsanslutning  |   |   |                                    |
| Fortsättning omstående sida <input checked="" type="checkbox"/>   |   |   |                                    |
| <b>INTYG</b>  |   |   |                                    |
| Undertecknad av försäkringsbolagen godkänd anläggarfirma intygar härmed att sprinkleranläggningen enligt ovan är utförd i enlighet med försäkringsbolagens <b>REGLER FÖR AUTOMATISK VATTENSPRINKLERANLÄGGNING</b> med undantag av angivna avvikelser. |   | Öd och stämman<br><b>Söderberg 20/9 1993</b><br>Firmateckning<br><b>Projektor AB BRANDTEKNIK</b><br><i>Ebbe Södergren</i><br>Ansvrig arbetsledare<br><b>Tommy Fredriksson</b>                     |                                    |
|   |   | <i>Rolf Terryd</i><br>Rolf Terryd   |                                    |

Figur F.1. Sprinklerintyg där sprinklernas egenskaper redovisas.



## Bilaga G – Airport Regulation

# AIRPORT REGULATION

T-05-2000  
2010-08-13  
1(7)

## Nödutrymning av terminaler

### Innehållsförteckning

|  |   |
|--|---|
| 1. Allmänt.....                            | 1 |
| 2. Trafikalt.....                          | 2 |
| 2.1 Brandlarm.....                         | 2 |
| 2.2 Utrymningsorder.....                   | 3 |
| 2.3 Åtgärdsplan.....                       | 4 |
| 2.4 Nödutgångar.....                       | 5 |
| 2.5 Hjälpmedel.....                        | 5 |
| 2.6 Återsamlingsplats.....                 | 5 |
| 2.7 Vägledning till Återsamlingsplats..... | 6 |
| 2.8 Syfte med återsamlingsplats.....       | 6 |
| 2.9 Utbildning och övning.....             | 6 |
| 3. Safety.....                             | 7 |
| 4. Security.....                           | 7 |
| 5. Miljö.....                              | 7 |
| 6. Referens.....                           | 7 |

**Bilaga 1.** Utrymning Stockholm-Arlanda flygplats, översiktsplan.

### 1. Allmänt

Stockholm-Arlanda flygplats omfattas av Boverkets byggregler bl.a. vad gäller att byggnader skall utformas så att utrymning av dessa kan ske vid brand. I Arbetsmiljöverkets föreskrift (AFS 2000:42) anges att arbetsplatser skall kunna utrymmas i händelse av fara. Såsom flygplatshållare ansvarar Swedavia för utrymningsplaneringen av terminalerna och de utrymmen där Swedavia-anställda i övrigt är lokaliserade.

Varje arbetsgivare/chef är ansvarig för att

- ✓ egen personal har grundläggande kunskaper i brandskydd
- ✓ planera och öva personalen i nödutrymning av de egna lokalerna
- ✓ bestämma återsamlingsplats och att personalen hittar dit
- ✓ personalen har tillräckliga kunskaper om innehållet i detta AR så att de aktivt kan medverka vid nödutrymning av terminal.
- ✓ personalens utbildningar och övningar skall dokumenteras

Utbildning och övning skall ske med regelbundna intervaller. Nyanställd skall genomgå särskild utbildning/övning/information.

Definition av nödutrymning av terminal

Nödutrymning av terminal skall ske när en akut fara för människoliv uppkommer och man bedömer att man kan ha mindre än 20 minuter till förfogande. Order om utrymning ges normalt som talat meddelande över den allmänna högtalaranläggningen.

Samtlig närvarande personal (oavsett arbetsgivare) är skyldig att medverka!

## 2. Trafikalt

### 2.1 Brandlarm

Swedavia's byggnader har automatiska brandlarm kopplade till Ledningscentralen (LC) och i vissa fall även direkt till SOS (exempelvis terminalerna). Ljuder brandlarmet (klockor eller sirener) går man normalt ut ur byggnaden.

**Terminalerna utgör ett undantag från denna regel!** Flygplatsen skulle få problem med säkerheten om allmänheten okontrollerat rusade ut på airside. Här gäller istället att avvakta en eventuell utrymningsordern (se punkt 2.2) över högtalarna. Agera med lugn enligt nedanstående:

- **Höj beredskapen** för en eventuell utrymning (Var beredd att avsluta dina göromål)
- Håll kontroll över din närmaste omgivning (Ser du någon akut fara?)
- Se till att det är fritt fram till närmaste nödutgångar
- Utrym om du känner dig osäker (Gäller ej bland allmänheten, endast i övriga lokaler, såsom i källare och andra personalutrymmen. Allmänheten skall du hjälpa vid utrymning)
- Behåll din höjda beredskap även 20 minuter efter att brandlarmet tystnat

**Generellt om du upptäcker en brand (var du än är):**

- Försök släcka. - Använd den släckutrustning som finns i lokalerna.
- Stäng in brandrummet (oavsett du klarat släcka eller ej)
- Se till att alla utrymmer! - Röken dödar och sprider branden!
- Tryck in en brandlarmknapp (om du ser en, helst på samma plan)
- **Ring 112** (via telefonväxel måste du först slå 00). Tala om var det brinner/brunnit.
- Möt, om möjligt, upp räddningstjänsten så hittar de snabbare
- Gå till din egen återsamlingsplats

## 2.2 Utrymningsorder

I akuta lägen skall utrymningsorder ges. Utrymningsordern är ett talat meddelande på svenska och engelska som går ut över högtalarna i lokalerna. Det kan väljas, beroende av händelsen, att gå ut över hela eller delar av terminalen.

### Start och stopp av Utrymningsordern

För start av Utrymningsordern skall LC kontaktas.

Beslut om start av Utrymningsordern får tas av

- ✓ Polisinsatschef,
- ✓ Räddningsledare
- ✓ Flygplatsdirektör / ADO / Chef SA Sec

Start kan begäras av den lokala trafikinformationspersonalen själva, om man bedömer att man inte hinner invänta behörig ordergivare. Endast den som leder insatsen får avbryta utrymningen.

### Så här lyder Utrymningsordern

#### Förmeddelande:

Detta för att uppmärksamma alla, först och främst personalen, om vad som är på gång.

- Två skarpa "pip" och sedan:

- **"Lystring, lystring! Viktigt meddelande kommer!"** Därefter på engelska:

- **"Attention, attention! An important message will follow!"**

Nu följer en 20 sekunders paus för att personalen skall hinna förbereda sig för en insats enligt punkt 2.3. Rutiner bör finnas för att pågående arbete snabbt kan avslutas.

### Utrymningsordern:

- Ett antal snabba "pip" och sedan:

- **"Viktigt meddelande till alla inom byggnaden! På grund av inträffad händelse ber vi er att omedelbart lämna byggnaden! Gå ut via närmaste nödutgång! Följ personalens anvisningar"**

- Nya snabba "pip", sedan på engelska:

- **"Your attention please! This is an important message to everyone in this building! An incidence has occurred! Please, leave this building immediately through the nearest emergency exit! Follow instructions given by the staff."**

Denna order upprepas (med ca 20 sekunders pauser) tills Insatsledaren beslutar om annat.

### 2.3 Åtgärdsplan

Du skall nu samverka med övrig personal för att så snabbt och effektivt som möjligt svara för att allmänheten kommer till terminalens återsamlingsplats. När byggnaden utrymts och allmänheten slussats till återsamlingsplatsen, går du själv till din egen återsamlingsplats.

Nedan följer de riktlinjer som gäller.

- Personal i publika lokaler skall snabbt men varsamt, utan att orsaka panik
  - evakuera allmänheten via de nödutgångar som står till förfogande.
  - Tips! En person ställer sig vid nödutgången och påkallar uppmärksamhet genom att ropa till sig allmänheten.
  - En annan person går i förväg och nödöppnar låsta dörrar.
  - För att påkalla uppmärksamheten finns vissa hjälpmedel, se punkt 2.4.
  - systematiskt genomsöka toaletter och andra utrymmen där någon kan tänkas befinna sig. Samarbeta och ta inga onödiga risker för egna liv!
- Personal i övriga lokaler i terminalen skall
  - utomhus vägleda allmänheten mot återsamlingsplats. OBS! Annan återsamlingsplats än den normala (Se 2.4), kan bli anvisad av bevakningspersonalen på flygplatsen.
- Personal vid Swedavia's trafikinformation skall
  - medtaga speciell akutväska och bege sig till aktuell återsamlingsplats
  - där vara allmänheten behjälplig. Inhämta uppgifter om ev skadade/saknade.
  - upprätthålla kontakt med räddningstjänst, ambulans, polis, ADO, m.fl.
  - inhämta och lämna information om vilka vidare åtgärder som skall vidtagas
- Bevakningspersonal skall ansluta och medverka enligt uppgjorda rutiner och order, samt i övrigt
  - ansvara för vägledning av allmänheten till återsamlingsplats, att de inte avviker
  - vid behov öppna låsta dörrar/grindar, bl.a. "Slussen till landside" (Sky City), Grind 3, m.fl.
  - Så länge de är olåsta bör bevakning hållas
  - på order av Insatsledaren svara för omdirigering till alternativ återsamlingsplats
  - vid behov anvisa om lämpligt vägval till denna alternativa återsamlingsplats
- Personal från Arlanda Service Center (SACCb) skall
  - vid Swedavia Trafikinformations stängningstider överta deras roll



## 2.4 Nödutgångar

En nödutgång är en dörr eller port (i vissa fall även fönster) som försetts med belyst, genomlyst eller efterlyssande utrymningsskylt (grön skylt med vita symboler för springande gubbe, riktningsspil och dörröppning).

En låst nödutgång skall alltid lätt kunna öppnas och är därför försedd med antingen

- panikregel (en större typ av dörrtrycke som man endast behöver trycka sig emot),
- grön nödöppningsknapp (intill dörren som efter intryckning gör dörren olåst)
- vred (av större eller mindre format, ev inom plastkåpa)

## 2.5 Hjälpmedel

För att vid behov kunna påkalla uppmärksamhet finns utrustning (varselvästar, megafon, lysstavar och ficklampor) i några s.k. utrymningsskåp (se bilder nedan) utplacerade i terminalerna.



Mindre områden (vissa restauranger och lounges) har separata små boxar med lysstavar.  
**Obs!** Stavarna aktiveras när boxarna öppnas – missbruka ej!

Undersök var du har utrymningsskåp, släckutrustning, brandlarmknappar, m.m. i den terminal (eller annan arbetsplats) du arbetar i. Det är för sent att leta när det blir akut!

## 2.6 Återsamlingsplats

Varje terminal har en separat återsamlingsplats för allmänheten. Den är belägen på markplan i parkeringshuset framför terminalen (Se bilaga 1). Det är i första hand denna som skall väljas.

**Obs!** Beroende på händelse kan order om annan återsamlingsplats ges. Direktiv om detta svarar Bevakningspersonalen för.

Din egen återsamlingsplats skall din arbetsgivare själv ha valt ut och meddelat personalen via anslagstavla eller utrymningsplan.

## 2.7 Vägledning till Återsamlingsplats

Utrymmande skall anvisas lämpligaste väg till återsamlingsplats.

På airside:

- från terminal 2 och 3 företrädesvis via Grind 3. Bevakningspersonal tillkallas för öppning.
- från terminal 4 och 5 genom Sky City vid "Utrymningsluss till landside". Denna luss är belägen till höger om de stora portarna intill gångbron till fjärrtågen. Bevakningspersonal tillkallas för öppning.
- från Centralbyggnaden och pir F men även från A-piren via Grind 1.

Alternativa vägar och grindar skall bevakningspersonal kunna öppna vid behov.

Obs! Vägledning behövs även på landside!

## 2.8 Syfte med återsamlingsplats

För allmänheten - att få kontroll om någon skadats vid utrymningen  
- att få möjlighet till vidare information "Vad händer nu?"

För anställda - att kontrollera att alla i egna leden har utrymt  
- att kontrollera om någon skadats vid utrymningen  
- att ge chef möjlighet att ge order för den fortsatta verksamheten

För polis och räddningstjänst - att både lämna och erhålla information

## 2.9 Utbildning och övning

### Utrymning av terminal

En skarp övning skulle innebära stora problem med skydd och säkerhet för flygplatsen och upprätthållandet av flygtidtabeller och är därför svår att genomföra. Det är av största betydelse att varje arbetstagare är väl insatt i de rutiner som skall gälla vid.

Arbetsgivaren ansvarar för att varje arbetstagare erhåller en regelbunden genomgång av innehållet i detta AR. Det är efter dessa principer utrymning i våra terminaler skall organiseras och genomföras.

Ev. utrymningsövning med allmänheten planeras och genomföres under ledning av Swedavia.

### Utrymning av egen arbetsplats

Utbildning och övning för utrymning av egen arbetsplats skall, genom respektive arbetsgivares försorg, genomföras i sådan omfattning att utrymning med säkerhet kan utföras vid nödsituation. Övning får ersättas av regelbundet återkommande information om utrymning, om den kan anses ge likvärdiga kunskaper.

Arbetsgivare som avser genomföra praktisk utrymningsövning med anställda som är lokaliserade i terminal, skall före övningens genomförande haft samråd med Swedavia ADO / Airport Duty Officer.

### 3. Safety

---

### 4. Security

---

### 5. Miljö

---

### 6. Referens

För ytterligare information kontakta Swedavia, Flygplatsräddningstjänsten Flygplatsräddningschef 08-797 64 35 eller Insatsledare/ARO 08-797 64 32

#### Textförklaringar

|                 |   |
|-----------------|---|
| Airside         | Område inom flygplatsen som kräver särskilda tillstånd och behörigheter   |
| Allmänheten     | Avser människor tillfälligt på besök i terminalerna, med eller utan flygbiljetter   |
| Bevakningen     | Av flygplatsen anlitat bemanningsföretag  |
| Landside        | Allmänna områden (utanför airside), i princip utan särskild behörighet  |
| Publika lokaler | Lokaler dit allmänhet och/eller passagerare utan särskilt tillstånd har tillträde   |
| Utrymnings-skåp | Skåp för personalen innehållande västar, ljusstavar, ficklampor samt en megafon att kunna användas vid behov vid en nödutrymning.                                   |
| Nödutgång       | Utgång, direkt ut eller till korridor, trapphus el dyl som leder ut. Anges med grön skylt med vita symboler för "springande gubbe", pil (riktning) och dörröppning. |