

# Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation



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

Marcus Ahlström  
Oskar Isaksson  
Sofie Jämtheden  
Charlotte Wiberg

Handledare: Daniel Nilsson

7/6/2018



# Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation

## **Författare:**

Marcus Ahlström  
Oskar Isaksson  
Sofie Jämtheden  
Charlotte Wiberg

## **Handledare:**

Daniel Nilsson

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



## **Titel/Title**

Brandteknisk riskvärdering av Stockholms Centralstation/ Fire safety evaluation of Stockholm Central station

## **Rapport nr/Report nr**

9515

## **Författare/Authors**

Marcus Ahlström

Oskar Isaksson

Sofie Jämtheden

Charlotte Wiberg

Brandingenjörsutbildningen, Lunds Tekniska Högskola, 2018

Fire Safety Engineering Program, Lunds University Faculty of Engineering, 2018

©Copyright Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2018

## **Antal sidor/Number of pages**

137 (Inklusive bilagor/including appendix)

## **Bilder/Pictures**

Alla bilder i denna rapport tillhör författarna om inget annat anges/All pictures in this report belongs to the authors unless no other reference is stated.

## **Nyckelord/Keywords**

BTR, brandteknisk riskvärdering, centralstation, Stockholms Central, utrymning, personsäkerhet, Pyrosim, FDS, Pathfinder, Brandskydd, Aktiva System, Passiva System, Tåg, kritiska förhållanden, detektion, känslighetsanalys, sprinkler

## **Språk/Language**

Svenska/Swedish

Avdelningen för Brandteknik

Lunds Tekniska Högskola

Lunds Universitet

Box 118

221 00 Lund

[www.brand.lth.se](http://www.brand.lth.se)

Telefon 046 - 222 73 60

E-postadress: [brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)

Department of Fire Safety Engineering

Faculty of Engineering

Lund University

P.O. Box 118

SE-221 00 Lund, Sweden

[www.brand.lth.se](http://www.brand.lth.se)

Telephone: +46 46 222 73 60

E-mail: [brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)



## Förord

Detta projektarbete utfördes i kursen *Brandteknisk Riskvärdering VBRN70* och är en avslutande och övergripande del av Brandingenjörsutbildningen. Projektet behandlar Stockholms Centralstation och inleddes med ett platsbesök ackompanjerat med utsedd handledare från LTH och även extern handledare från konsultfirman *Brandkonsulten*. Syftet är att utveckla studenternas analytiska tänkande och användandet av de simuleringsprogram för brandförlopp och utrymning som finns tillgängliga. Kursen syftar även till att implementera lärdomar och kunskap från tidigare kurser och moment under utbildningen.

Ett stort tack till följande personer för vägledning och assistans under projektets gång:

**Daniel Nilsson** – Universitetslektor vid Avdelningen för Brandteknik. För mycket god handledning genom hela arbetsprocessen inklusive ovärderliga tips och råd.

**Daniel Fridström** – Brandingenjör/Civilingenjör riskhantering, Brandkonsulten AB. För gott mottagande under platsbesök, tillhandahållande av ritningar och brandskyddsdokumentation samt svar på frågor.

**Jonathan Wahlqvist** – Doktorand vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering. För god vägledning gällande Pyrosim och FDS.

**Enrico Ronchi** – Biträdande universitetslektor vid Avdelningen för Brandteknik. För god vägledning i Pathfinder.

**Marcus Runefors** – Universitetsadjunkt vid Avdelningen för Brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola. För hjälp med sprinkler- och effektutvecklingsberäkningar.





## Sammanfattning

Följande projekt utfördes med anledning till att utvärdera och validera den nuvarande brandsäkerheten på Stockholms Centralstation. Detta gjordes i huvudsak med avseende på personsäkerheten, alltså behandlar inte rapporten egendomsskada samt ekonomiska förluster. Eftersom Stockholms Centralstation är en högst avancerad byggnad med högt personantal begränsades projektets omfattning en aning. Störst fokus låg på stationens källarplan, så kallade Nedre Hallen, vilken inte endast trafikeras av fjärrtågsresenärer, utan även tunnelbane- och pendeltågsresenärer. Utrymningsmöjligheterna från Nedre Hallen ansågs även vara mest sårbara vid eventuell brand med rökutveckling, detta på grund av bland annat takhöjd och geometri.

Genom att fokusera på de olika brandskyddssystemen som fanns att tillgå i dagsläget, gjordes en grovanalys med 10 representativa scenarier. Dessa analyserades med hänsyn till konsekvens och sannolikhet och sattes sedan in i en riskmatris. Vidare valdes tre scenarier ut, vilka ansågs utgöra störst risk. Dessa var:

- Brand i butik (Pocket Shop) – Nedre Hallen
- Brand i Centralhallen
- Tågbrand utanför Norra Hallen

Eftersom scenariot i Nedre Hallen ansågs vara värst av de tre ur utrymningssynpunkt, analyserades det utifrån resultat från både brandförloppsimuleringsprogrammen Pyrosim/FDS och utrymningssimuleringsprogrammet Pathfinder. Resultaten från dessa program vägdes samman för att utreda om säker utrymning var möjlig i händelse av brand. Ett antal skadekriterier i form av kritiska sikt-, temperatur-, strålningsförhållanden samt toxiska brandgaser bestämdes innan och jämfördes med resultaten.

Brand i Centralhallen ansågs inte utgöra ett lika stort säkerhetshot på grund av utrymmets stora volym och takhöjd. Endast handberäkningar i form av två-zonsmodell användes och trots den potentiellt höga brandbelastningen uppnåddes aldrig kritiska förhållanden.

Tågbranden stod för den högsta effektutvecklingen och ägde rum utanför Norra Hallen, visserligen utomhus men under tak. Detta i kombination med väldigt kraftig effektutveckling gav indikation om viss fara om rökgaserna skulle lyckas ta sig in i Centralstationen. Detta brandförlopp simulerades också i FDS där man drog slutsatsen att personer som vistas inne i byggnaden inte kommer till skada.

Överlag ansågs Centralstationens brandsäkerhet vara tillräcklig så länge de installationer som finns fungerar som de ska. Detta gäller i synnerhet sprinkleranläggningen, då den är extremt viktig för att dämpa eventuell brand och förhindra att den sprids. Sprinkler finns i alla utrymmen förutom Centralhallen där brandgasventilation är installerad.

Ett fåtal åtgärdsförslag rekommenderades för att förbättra personsäkerheten ytterligare. Dessa inkluderade:

### Bör göras:

- Större ansvar för väktare och ordningsvakter vid utrymning.
- Brandsäkerhetsutbildning för personal i butiker och restauranger i Centralstationen.
- Rutinmässiga kontroller av de nuvarande brandskyddsystemen för att minimera risken för felfunktion vid händelse av brand.
- Tydligare utformning av utrymningsvägar för ökad användning.
- Trafikstyrning, för att underlätta utrymning och hindra folk från att välja fel flyktväg.

## Abstract

The purpose of this project was to evaluate and validate the personal safety at Stockholm Central Station, in case of a fire. This was done by addressing the existing fire protection- and safety installations, and this were then analyzed further. The ultimate goal was to ensure that all people in the building would be able to evacuate safely in case of a fire emergency.

In order to fulfill this, different scenarios were analyzed in a risk analysis where the likelihood and consequence were the two most important factors. Three of the scenarios were then analyzed further through hand calculations or simulations regarding both fire dynamics and evacuation, as well as a sensitivity analysis to determine which of the parameters that would affect the results the most.

The conclusion was that the current fire protection systems were adequate. Despite this, some minor measures were recommended in order to further improve the personal safety of the station. These were, for instance, better education for staff regarding fire safety and evacuation procedures, frequent maintenance of the installations and “traffic control” of the people during an evacuation.



## Nomenklaturlista

<b>A</b>	area [ $m^2$ ]
<b>A<sub>f</sub></b>	bränslearea [ $m^2$ ]
<b>A<sub>w</sub></b>	väggyta i kontakt med varma gaser [ $m^2$ ]
<b>b</b>	bredd [ $m$ ]
<b>c<sub>p</sub></b>	specifik värmekapacitet vid konstant tryck [ $kJ/(kgK)$ ]
<b>D</b>	diameter [ $m$ ]
<b>D*</b>	brandens karakteristiska diameter [ $m$ ]
<b>dx</b>	cellstorlek [ $m$ ]
<b>g</b>	gravitationskonstanten [ $m/s^2$ ]
<b>H</b>	höjd [ $m$ ]
<b>h<sub>k</sub></b>	effektiva värmeövergångstalet [ $w/(m^2K)$ ]
<b>k</b>	värmekonduktivitet [ $w/(mK)$ ]
<b>l</b>	längd [ $m$ ]
<b>m</b>	massa [ $kg$ ]
<b><math>\dot{m}</math></b>	massflöde [ $kg/s$ ]
<b><math>\dot{m}_e</math></b>	massflöde av gaser ut ur öppning [ $kg/s$ ]
<b><math>\dot{m}_p</math></b>	massflöde av gaser i plym [ $kg/s$ ]
<b>P</b>	perimeter, brandens omkrets [ $m$ ]
<b><math>\dot{Q}</math></b>	effektutveckling [ $kW$ ]
<b><math>\dot{Q}''</math></b>	effektutveckling per areaenhet [ $kW/m^2$ ]
<b><math>\dot{Q}_{act}</math></b>	effektutveckling vid sprinkleraktivering [ $kW$ ]
<b>t</b>	tid [ $s$ ]
<b>t<sub>p</sub></b>	tid till termisk genomträngning [ $s$ ]
<b>T<sub>∞</sub>/T<sub>a</sub></b>	omgivningstemperatur [ $K$ ]
<b>T<sub>g</sub></b>	temperatur på varma gaser [ $K$ ]
<b><math>\dot{V}_e</math></b>	volymflöde av mekanisk ventilation [ $m^3/s$ ]
<b>z</b>	rökgaslagrets höjd [ $m$ ]
<b>α</b>	tillväxtfaktor alfa [ $kW/s^2$ ]
<b>δ</b>	tjocklek [ $m$ ]
<b>ρ</b>	densitet [ $kg/m^3$ ]
<b>ρ<sub>∞</sub></b>	omgivningsluftens densitet [ $kg/m^3$ ]
<b>ρ<sub>g</sub></b>	varma gasers densitet [ $kg/m^3$ ]



## Akronymer

BBR – Boverkets Byggregler

BBR-AD – Boverkets allmänna råd vid analytisk dimensionering

CAD – Computer-Aided Design

CFD – Computational Fluid Dynamics

DETECT-T2 – DETector ACTuation - Time squared

FDS – Fire Dynamics Simulator

IDA – Indikatorer, Data och Analys (MSB:s databas för statistik)

IDLH – Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations

LTH – Lunds Tekniska Högskola

MSB – Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap

NIST – National Institute of Standards and Technology

NRC – National Research Council

PDF – Portable Document Format

PUR – Polyurethane

RTI – Response Time Index

SBF – Svenska Brandskyddsföreningen

SOS – Samhällets olycksfall och säkerhetstjänst





## Innehållsförteckning

1.	Inledning .....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte .....	1
1.3	Mål .....	1
1.4	Metod .....	1
1.5	Avgränsningar .....	2
2.	Skyddsmål .....	5
2.1	Skadekriterier .....	5
2.1.1	Sikt .....	5
2.1.2	Värmestrålning .....	5
2.1.3	Temperatur .....	6
2.1.4	Toxicitet .....	6
2.2	Kritiska förhållanden .....	7
3.	Teori .....	9
3.1	Utrymningsteori .....	9
3.2	Handberäkningar och ekvationer .....	9
3.2.1	Effektutveckling .....	9
3.2.2	Sprinklerberäkningar .....	10
3.2.3	Plymmodeller .....	10
3.2.4	Rökfyllnadsberäkningar .....	11
3.2.5	Meshberäkning för FDS .....	12
3.3	Simuleringsprogram .....	12
3.3.1	Pyrosim och FDS .....	12
3.3.2	Pathfinder .....	13
3.3.3	DETECT-T2 .....	13
4.	Objektsbeskrivning .....	15
4.1	Historik .....	15
4.2	Byggnaden .....	15
4.2.1	Konstruktion och ytskikt .....	17

4.2.2	Ventilation.....	17
4.3	Spårområdet.....	19
4.4	Verksamheter.....	19
4.5	Tidigare tillbud.....	21
5.	Befintligt brandskydd.....	23
5.1	Detektionssystem.....	23
5.2	Aktiva system.....	23
5.3	Utrymningslarm.....	23
5.4	Brandgasventilation.....	24
5.5	Räddningstjänst.....	24
6.	Grovanalys.....	27
6.1	Scenarier.....	27
6.1.1	Scenario 1 – Brand i butik.....	27
6.1.2	Scenario 2 – Brand i kök.....	28
6.1.3	Scenario 3 – Antagonistisk handling.....	29
6.1.4	Scenario 4 – Brand i Centralhallen.....	30
6.1.5	Scenario 5 – Brand i tåg.....	31
6.1.6	Scenario 6 – Brand på toalettavdelningen.....	32
6.1.7	Scenario 7 – Brand i ventilationssystemet.....	32
6.1.8	Scenario 8 – Brand i låst utrymme.....	33
6.2	Riskmatris.....	34
6.3	Val av scenarier.....	35
7.	Scenario A – Brand i butik, Nedre Hallen.....	37
7.1	Tillvägagångssätt.....	38
7.1.1	Inledande handberäkningar.....	39
7.1.2	Simulering i Pyrosim och FDS.....	40
7.1.3	Utrymningssimulering i Pathfinder.....	42
7.2	Resultat.....	43
7.2.1	Pyrosim och FDS.....	43
7.2.2	Pathfinder samt tid för utrymning.....	46
7.3	Känslighetsanalys.....	47

7.3.1	Soot yield .....	47
7.3.2	Utrymningstid.....	48
7.3.3	Spinkleraktivering.....	51
7.4	Åtgärd nödutgångar .....	51
7.4.1	Utförande och indata.....	51
7.4.2	Resultat efter åtgärd .....	51
7.5	Slutsats och Diskussion.....	52
7.5.1	Handberäkningar & DETACT .....	52
7.5.2	Pyrosim/FDS .....	52
7.5.3	Pathfinder och tid för utrymning .....	54
8.	Scenario B - Brand i Centralhallen.....	57
8.1	Tillvägagångssätt .....	57
8.1.1	Beräkningar .....	57
8.2	Resultat.....	58
8.3	Känslighetsanalys .....	58
8.3.1	Resultat.....	59
8.4	Diskussion .....	61
9.	Scenario C - Tågbrand .....	63
9.1	Tillvägagångssätt .....	64
9.1.1	Dimensionerande brand .....	65
9.1.2	Simulering i FDS.....	66
9.2	Resultat.....	69
9.3	Känslighetsanalys .....	70
9.4	Diskussion .....	71
10.	Utvärdering av befintligt brandskydd.....	73
10.1	Åtgärder som bör göras.....	73
11.	Referenser .....	77
Bilaga 1	Tidigare tillbud.....	i
Bilaga 2	Statistik IDA .....	iii
Bilaga 3	Handberäkningar Scenario A.....	v
Bilaga 4	DETECT-T2 Scenario A.....	vii

Bilaga 5	Resultat Pyrosim och FDS Scenario A.....	ix
Bilaga 6	Input Pathfinder Scenario A .....	xiii
Bilaga 7	Känslighetsanalys utrymning Scenario A.....	xxi
Bilaga 8	Rökfyllnadsberäkningar Scenario B.....	xxiii
Bilaga 9	FDS-kod Scenario A .....	xxvii
Bilaga 10	FDS-kod Scenario C .....	xxxvii

## 1. Inledning

I dagens samhälle anses personsäkerheten vara det viktigaste inom brandsäkerhetsområdet. Detta gäller främst offentliga byggnader där omgivningskännedomen inte antas vara särskilt hög och där många olika människor rör sig eller befinner sig. Därför syftar detta projekt till att validera och utvärdera brandskyddet i Stockholms Centralstation.

### 1.1 Bakgrund

Stockholms Centralstation är en av Nordens mest trafikerade kommunikationscentrum med cirka 1100 tåg och 200 000 resenärer per dag. Det är en mycket komplex byggnad bestående av flertalet olika delar med varierande arkitektur och verksamhet. Eftersom folktätheten är hög och vissa delar är under markplan krävs utförlig brandskyddsdimensionering med tillfredsställande utrymningsmöjligheter och brandtekniska installationer. Mellan 2008 och 2014 utfördes en omfattande ombyggnation där *Brandkonsulten* stod för riskanalys och brandskyddsdimensionering. Nya ombyggnationer och byten av hyresgäster sker med jämna mellanrum. I skrivande stund upprättas en food court i norra delen av stationen som förväntas öppna i under våren 2018.

### 1.2 Syfte

Syftet med projektet är att undersöka och utvärdera huruvida det nuvarande, dimensionerade brandskyddet i Centralstationen är tillfredsställande och tillräckligt. Detta gäller i synnerhet personsäkerheten snarare än egendomsskada och ekonomiska förluster.

### 1.3 Mål

Målet med projektet är att säkerställa att brandskyddet i Stockholms Centralstation är tillräckligt för att personsäkerheten ska kunna garanteras vid eventuell brand. Vid bristfälligt nuvarande brandskydd ska eventuella förslag på åtgärder redovisas och tydligt motiveras med väsentligt belägg.

### 1.4 Metod

Det första som gjordes inför projektarbetet var förberedelser inför platsbesöket på objektet. Detta gjordes genom att studera de ritningar som erhållits på förhand. Därefter, den 19 februari 2018 gjordes ett platsbesök på Stockholms Centralstation tillsammans med personal från Jernhusen som äger fastigheterna, en extern handledare från Brandkonsulten AB samt handledare från LTH. Syftet med platsbesöket var att få en bättre förståelse för hur lokalerna ser ut och hänger ihop. Även hur brandskyddet som finns på plats fungerar och vilka möjligheter som finns för utrymning skulle undersökas.

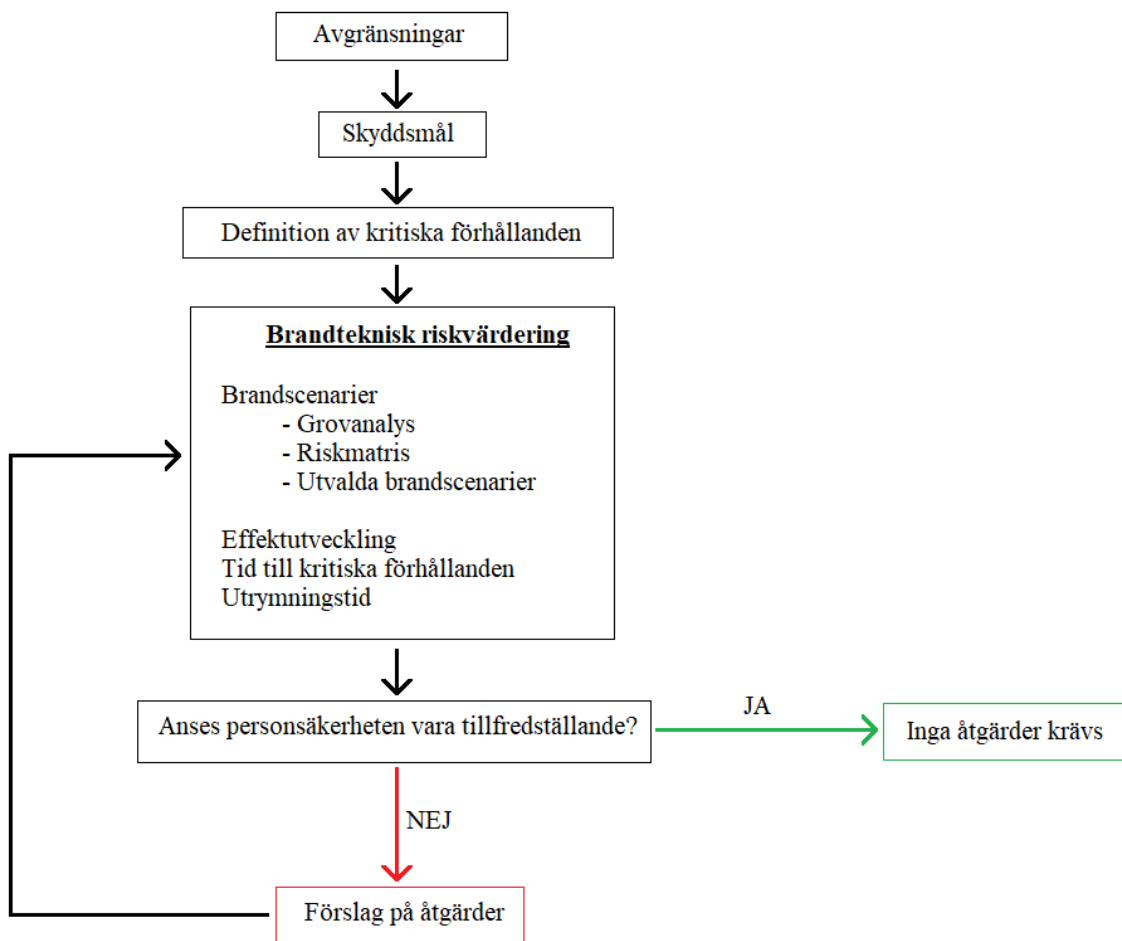
Under besöket gjordes en grov riskidentifiering för att se var de största riskerna fanns vad gäller brandkällor och vilka faror som kan tänkas uppstå. Denna riskidentifiering låg sedan till grund för följande grovanalys och riskmatris som gjordes i efterhand.

Efter besöket diskuterades vilka avgränsningar som ska göras, skyddsmål definierades och skadekriterier togs fram.

Utifrån de scenarier som identifierats i grovanalysen och presenterats i en riskmatris valdes sedan tre scenarier för vidare analys. För dessa scenarier genomfördes grundläggande beräkningar för att sedan vid behov gå vidare med simulering i FDS och eventuellt utrymningssimulering i Pathfinder.

Slutligen diskuterades ett antal förslag på förbättringar av brandskyddet som skulle kunna höja säkerheten när det gäller brand.

Figur 1 nedan visar en schematisk bild av tillvägagångssättet förenklat, steg för steg.



Figur 1. Schematisk bild över tillvägagångssätt

### 1.5 Avgränsningar

Då Centralstationen är ett väldigt stort och omfattande objekt, var vissa avgränsningar nödvändiga för att reducera projektets storlek. Under platsbesöket togs beslutet att framförallt fokusera på de större och mest folktäta områdena, deras utformning och de olika scenarier som kan tänkas inträffa där. Rökspridning till mindre omkringliggande utrymnen tas även i beaktning, dock görs en avgränsning mot tunnelbanan samt fjärrtågen i den Nedre Hallen. Detta gjordes i form av de fysiska barriärerna bestående av dörrar som redan finns placerade.

Ytterligare avgränsningar görs i Centralhallen mot dörrarna på övre plan som leder in till den Övre Hallen. Från den Norra Hallen avgränsas objektet i rapporten mot City Terminalen, även där finns det en existerande fysisk barriär i form av dörrar och brandjalusi.

Skador på miljö och egendom, efterföljande kostnader i form av trafikstörningar och förlorade intäkter från en brand tas inte i beaktning. Projektet fokuserar endast på säkerheten för människor som vistas i området vid uppkomst av brand. Därmed tas ingen hänsyn till antagonistiska handlingar som inte är brandrelaterade såsom skjutningar, bomber eller liknande. Det anses inte vara rimligt att objektets brandskydd ska klara av att hantera handlingar av sådan grad. Det är dock ett intressant ämne på en plats som Centralstationen i Stockholm och det finns plats för diskussion, mer specifikt gällande utrymning vid en sådan händelse.





## 2. Skyddsmål

Utefter de avgränsningar som har gjorts för projektet kommer det huvudsakliga skyddsmålet innefatta att förhindra personskador på grund av brandrelaterade händelser på Centralstationen. Ingen människa ska vid händelse av brand omkomma eller få några allvarliga skador. Mer ingående om vad detta innebär praktiskt beskrivs i följande avsnitt om skadekriterier.

### 2.1 Skadekriterier

För att säkerställa att personerna på Centralstationen inte skadas vid en brand samt att utrymning kan ske under goda förhållanden, har ett antal skadekriterier tagits fram. Dessa kriterier jämförs sedan med simuleringar av brand och utrymning för att se huruvida personerna kan utrymma under goda förhållanden eller inte.

De parametrar som kontrolleras är sikt, värmestrålning, temperatur och toxicitet. Ingen hänsyn tas till brandgaslagrets nivå ovanför golvet då de andra kriterierna tillsammans anses täcka det i form av sikt, temperatur och strålning på en bestämd nivå.

Alla beräkningar och mätningar för samtliga förhållanden gjordes på en höjd av 2,0 meter. Då majoriteten av alla människor är kortare anses det vara ett konservativt antagande.

#### 2.1.1 Sikt

Förmågan att utrymma i rök beror mycket på närheten till väggar eller andra objekt som kan förenkla orienteringen i en rökfylld lokal (Frantzich & Nilsson, Utrymning genom tät rök: beteende och förflyttning, 2003). Utrymmande personer följer gärna väggar på vägen ut när sikten är begränsad. Kriteriet för sikt återspeglar detta genom att personer alltid ska ha möjlighet att se en vägg, vilken kan hjälpa dem ut.

I den Nedre hallen ansågs en siktgräns på 6 meter ge de utrymmande personerna möjlighet att lokalisera en vägg eller dörr från alla positioner samt med hjälp av dessa ta sig till säkerhet.

I Centralhallen användes på liknande sätt det längsta avstånd som personerna förväntas ha till en vägg eller dörr som kan följas för att utrymma lokalen. Detta avstånd sattes här till 10 meter.

Inuti den Norra Hallen sattes kriteriet för sikt till minst 6 meter, baserat på samma motivering som ovan.

#### 2.1.2 Värmestrålning

Värmestrålning kan påverka människor i form av uttorkning, andningssvårigheter och brännskador under ett brandförlopp och således försvåra utrymningen. Kritiska nivåer för strålning på människor är beroende av exponeringstiden. Därför har ett antal olika tidsintervall med olika strålningsnivåer tagits fram. I Tabell 1 nedan presenteras de strålningsnivåer som ansågs vara relevanta. Personernas uppehållstid i lokalen är av stor vikt och diskuteras därför i kombination med strålningsnivåerna de utsätts för (CFPA, 2009).

Tabell 1. Kritiska strålningsnivåer

Strålningsnivå [kW/m <sup>2</sup> ]	Tid [s]
2,5	300
2,5 - 10	30
> 10	4

### 2.1.3 Temperatur

Höga temperaturer kan påverka utrymningens hastighet men även skada människor på liknande sätt som genom värmestrålning. Huruvida människor påverkas av höga temperaturer beror dock starkt på luftens vatteninnehåll. Högre vatteninnehåll i luften ger en större negativ påverkan. Människor anses kunna utsättas för en lufttemperatur på maximalt 100 °C under en exponering på cirka 10 minuter i samband med utrymning (Poh, 2011). En maximal temperatur på 100 °C användes därför som kritiskt förhållande för projektet. Tidsaspekten måste dock diskuteras i samband med utrymningssimuleringar och jämförande resultat.

### 2.1.4 Toxicitet

Bränder kan ge upphov till flertalet giftiga gaser samt skadliga miljöer och låg syrekonzentration. Vad gäller kvävning och dödsfall under brandförlopp anses dock kolmonoxidkonzentrationen vara en av de största bidragande orsakerna (McAllister & Purser, 2016). Därför görs, i arbetet, förenklingen att kolmonoxidkonzentrationen får representera den totala toxiska miljön i byggnaden under brandscenarierna. Detta anses vara acceptabelt genom att de kritiska nivåerna för sikt allt som oftast överskrids före gränserna för toxicitet uppnås (Fridolf, 2018).

Kolmonoxid är en giftig och doftlös gas som kan bildas vid ofullständig förbränning i ett brandförlopp. Gasen är skadlig för människor genom att förhindra blodets förmåga att transportera syre i kroppen vilket kan leda till kvävning (Miljöinstrument AB, 2018).

Nuvarande gränsvärden för korttidsexponering med kolmonoxid av NRC anges som 1500 ppm under 10 minuters exponering, eller 800 ppm under 30 minuters exponering (NIOSH, 2018). Även lägre koncentrationer kan vara skadliga för människor, men utrymningen förväntas inte ta mer än 30 minuter vilket gör lägre koncentrationer ointressanta i detta fall. Dessa gränsvärden är satta med ledorden IDLH, vilka är ämnade att upprätthålla säkerhet och hälsa på arbetsplatser. Gränsvärdena anses därför kunna användas för att säkerställa personers hälsa samt förmåga att utrymma Centralstationen. Detta anses konservativt i relation till BBR, som anger koncentrationer på över 2000 ppm kolmonoxid som kritiska (Boverket, Boverkets byggregler, 2015). Med hänsyn till utrymningens tidsåtgång användes ovan diskuterade gränsvärden för att säkerställa personsäkerheten i projektet med avseende på toxicitet från brandgaserna.

## 2.2 Kritiska förhållanden

De samlade kriterierna kan ses i Tabell 2 nedan. Om något av dessa överstigs anses kritiska förhållanden råda på det bestämda området. Hänsyn måste dock tas till tidsaspekten samt diskussion kring jämförande av utrymningstider.

Tabell 2. Kritiska förhållanden för projektet

<b>Parameter</b>	<b>Kriterium</b>
<b><i>Sikt, 2,0 meter ovan golv</i></b>	Nedre Hallen: 6 meter Centralhallen: 10 meter Norra Hallen: 6 meter
<b><i>Värmestrålning 2,0 meter ovan golv</i></b>	2,5 kW/m <sup>2</sup> i 5 minuter 2,5 - 10 kW/m <sup>2</sup> i 30 sekunder > 10 kW/m <sup>2</sup> i 4 sekunder
<b><i>Temperatur 2,0 meter ovan golv</i></b>	Max 100 °C
<b><i>Toxicitet 2,0 meter ovan golv</i></b>	<1500 ppm under 10 minuter
<b><i>CO- koncentration</i></b>	<800 ppm under 30 minuter



### 3. Teori

I detta kapitel redovisas de ekvationer samt beräknings- och simuleringsprogram som använts under projektets gång.

#### 3.1 Utrymningsteori

Den totala utrymningstiden under ett brandförlopp baseras på flertalet olika faktorer som varierar för olika personer, miljöer och scenarier (Frantzich, Tid för utrymning vid brand, 2001). Brandens tillväxthastighet, placering och rökutveckling är parametrar som kan variera mycket och på olika sätt försvåra utrymningen av en byggnad. På samma sätt kan den enskilda personens bakgrund, fysiska förmåga och reaktionstid vara av stor betydelse för att snabbt ta sig till säkerhet. Den tredje stora faktorn är hur byggnaden är designad i form av nödutgångar, dörrbredd, utrymningslarm och liknande.

Kriteriet för utrymning är att den tillgängliga tiden för utrymningen ska vara längre än den totala tiden som det tar för personer att utrymma lokalen:

$$t_{tillgänglig} > t_{utrymning}$$

Den totala tiden för en utrymning kan sedan delas upp i tre delar bestående av varseblivningstid, reaktionstid och förflyttningstid:

$$t_{utrymning} = t_{varseblivning} + t_{beslut\ och\ reaktion} + t_{förflyttning}$$

Varseblivningstiden specificeras som den tid det tar för en person att erhålla information gällande en situation, oftast genom ett brand- eller utrymningslarm. Nästa del representerar beslut- och reaktionstiden och är den tid då personen bearbetar och samlar in ny information för att förbereda, planera och ta beslut angående sin förflyttning (Frantzich, Tid för utrymning vid brand, 2001). Tiden för förflyttningen är sedan som namnet antyder den tiden då personen fysiskt rör sig mot säkerhet under utrymningsförloppet.

#### 3.2 Handberäkningar och ekvationer

Första steget i vidareanalysen av scenarierna var användning av handberäkningar för att få fram lämpliga input-värden till simuleringsprogrammen. Det är även av intresse att få en översiktlig bild av rökfylldhet i vissa scenarier för att se huruvida det finns behov att gå vidare och göra mer detaljerade analyser.

##### 3.2.1 Effektutveckling

Vid beräkning av den maximala effektutvecklingen används ekvation 1 nedan, där effektutvecklingen per areaenhet multipliceras med brandens area (Karlsson & Quintiere, 1999).

$$\dot{Q} = \dot{Q}'' \times A_f \quad \text{ekvation 1}$$

Tid tills maximal effekt uppnås beräknas med ekvation 2, vilket är en exponentialfunktion som beror på brandens tillväxthastighet (Karlsson & Quintiere, 1999).

$$\dot{Q} = \alpha \times t^2 \quad \text{ekvation 2}$$

### 3.2.2 Sprinklerberäkningar

För att beräkna den maximala effekten vid sprinkleraktivering, används ekvation 3 (Staffansson, 2010).

$$\dot{Q}(t) = \dot{Q}_{act} \times e^{-0,023\Delta t} \quad \text{ekvation 3}$$

### 3.2.3 Plymmodeller

Det finns ett antal olika plymmodeller att använda vid handberäkningar. Samtliga modeller innefattar ett antal antaganden och har därmed olika begränsningar.

Ideala plymmodellen är en av de mest enkla modellerna och ligger till grund för många av de andra modeller som finns (Karlsson & Quintiere, 1999). Den ideala plymen antar att branden är en punktkälla och att all energi stannar i plymen. Vidare antar den att det är små skillnader i densitet mellan brandgaserna och den omgivande luften vilket leder till små temperaturdifferenser. Inga differenser antas finnas i horisontalled, med andra ord modellen antar en top-hat profil. Detta anses vara en svag plymmodell. För beräkning av massflödet används ekvation 4 nedan.

$$\dot{m}_p = 0,20 \times \left( \frac{\rho_{\infty}^2 g}{c_p T_{\infty}} \right)^{1/3} \times \dot{Q}^{1/3} \times z^{5/3} \quad \text{ekvation 4}$$

Zukoski-plymen är nästan identisk med den ideala, den enda skillnaden är att konstanten har ändrats från 0,20 till 0,21. Detta togs fram via flertalet experiment. Zukoski-plymen gör i övrigt samma antaganden som den ideala (Karlsson & Quintiere, 1999). För beräkning av massflödet används ekvation 5 nedan.

$$\dot{m}_p = 0,21 \times \left( \frac{\rho_{\infty}^2 g}{c_p T_{\infty}} \right)^{1/3} \times \dot{Q}^{1/3} \times z^{5/3} \quad \text{ekvation 5}$$

Medan många modeller antar att branden är en punktkälla är dessa inte alltid applicerbara. Thomas-plymen är baserad på sambandet mellan flamhöjd och bränslekällans diameter där flamhöjden är markant mindre än diametern (Karlsson & Quintiere, 1999). Branden antas vara cylinderformad vilket är typiskt för större bränder. Plymmodellen är endast giltig upp till flammans topp, men experiment visar att resultat stämmer väl med data från höjder även över flammen. För beräkning av massflödet används ekvationerna nedan.

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad \text{ekvation 6}$$

$$P = D \times \pi \quad \text{ekvation 7}$$

$$\dot{m} = \dot{m}_p = 0,188 \times P \times z^{3/2} \quad \text{ekvation 8}$$

## 3.2.4 Rökfyllnadsberäkningar

För rökfyllnadsberäkningar finns ett antal modeller man kan välja mellan beroende på objektets förutsättningar i form av geometri, ventilation, öppningar och dylikt (Karlsson & Quintiere, 1999).

I vissa fall har en byggnad mekanisk ventilation i taket som vid brand kan suga ut brandgaserna. Vid beräkningar av ett sådant fall sker beräkningen i ett antal steg. Steg ett är att ge höjden för plymen ett gissningsvärde. Denna höjd betecknas  $z$ .

Därefter skall massflödet,  $\dot{m}$ , från plymen beräknas. Utifrån hur branden ser ut väljs en passande plymmodell som beräknas. Steg tre i beräkningarna är att beräkna temperaturen för brandgaserna,  $T_g$ . För att kunna beräkna  $T_g$  behövs en yta,  $A_w$ , som brandgaserna förväntas täcka beräknas. Detta görs genom ekvation 9.

$$A_w = 2 \times (H - z) \times l + 2 \times (H - z) \times b + l \times b \quad \text{ekvation 9}$$

Utöver  $A_w$  behövs ett värmeövergångstal,  $h_k$ , som beräknas genom en av två ekvationer. För att ta reda på vilken av de två som skall användas beräknas den termiska genomträngningstiden genom ekvation 10.

$$t_p = \frac{\delta^2}{4\alpha} \quad \text{ekvation 10}$$

Värdet på  $t_p$  tillsammans med den ansatta tiden bestämmer vilken av ekvation 11 och ekvation 12 som skall användas.

För  $t < t_p$  används

$$h_k = \sqrt{\frac{k\rho c}{t}} \quad \text{ekvation 11}$$

För  $t > t_p$

$$h_k = \frac{k}{\delta} \quad \text{ekvation 12}$$

När detta är gjort kan slutligen gastemperaturen beräknas genom ekvation 13.

$$T_g = T_a + \frac{\dot{Q}}{c_p \dot{m}_e \times h A_w} \quad \text{ekvation 13}$$

Med temperaturen för gaserna kan sedan deras densitet beräknas enligt ekvation 14

$$\rho_g = \frac{353}{T_g} \quad \text{ekvation 14}$$

När man har fått gasernas densitet används den för att tillsammans den mekaniska ventilationens kapacitet för att beräkna massflödet ut genom ventilationen. Detta görs genom ekvation 15

$$\dot{m}_e = \dot{V}_e \rho_g \quad \text{ekvation 15}$$

Det sista steget i beräkningar är att kontrollera om  $\dot{m} = \dot{m}_e$ . Om de inte är i balans återvänder man till steg 1 tills jämvikt nås.

Nedan presenteras beräkningsgången i korthet.

Beräkningsgång:

1. Gissa  $z$
2. Beräkna  $\dot{m}$  med vald plymmodell
3. Beräkna  $T_g$  med ekvation 13
4. Beräkna  $\rho_g$  med ekvation 14
5. Beräkna  $\dot{m}_e$  med ekvation 15
6. Kontrollera om  $\dot{m} = \dot{m}_e$ , om inte, återvänd till steg 1.

### 3.2.5 Meshberäkning för FDS

För att få fram ett rimligt värde för cellstorleken i mesherna som användes för att simulera brandförloppet i Nedre Hallen, användes ekvationen nedan (McGrattan, o.a., 2017).

$$D^* = \left( \frac{Q}{\rho_\infty \times c_p \times T_\infty \times \sqrt{g}} \right)^{2/5} \quad \text{ekvation 16}$$

Ekvationen nedan beskriver förhållandet mellan det ovan beräknade  $D^*$  och den lämpliga cellstorleken  $dx$ . Enligt handledning bör förhållandet mellan dessa vara mellan 4 och 16 (McGrattan, o.a., 2017).

$$\frac{D^*}{dx} \quad \text{ekvation 17}$$

## 3.3 Simuleringsprogram

För att kunna utreda de valda scenarierna ordentligt och så verklighetsförankrat som möjligt användes diverse simuleringsprogram för såväl brandförlopp som utrymning. Dessa presenteras i avsnitten nedan.

### 3.3.1 Pyrosim och FDS

För att simulera de olika brandförloppen användes programmet Pyrosim som ges ut av Thunderhead Engineering (Thunderhead Engineering, PyroSim User Manual, 2014). Programmet kombinerar FDS och Smokeview med CAD-liknande funktioner där man kan bygga upp en geometri med diverse egenskaper och sedan med stor precision, specificera brandens egenskaper. Allt som görs i programmet sparas i en konventionell programmeringskod som annars behöver göras för hand. Programmet är mycket mer användarvänligt då man får en bild över objektet och branden till skillnad från traditionell FDS-programmering där endast resultatet i Smokeview är synligt.



### 3.3.2 Pathfinder

Pathfinder är ett av marknadens mest avancerade simuleringsprogram för utrymning och ges även det ut av Thunderhead Engineering (Thunderhead Engineering, Pathfinder User Manual, 2014). Med hjälp av importerade CAD-filer kan en detaljerad modell byggas upp med flera våningsplan med bland annat trappförbindelser. Programmet använder så kallad ”continuous-modelling” vilket innebär att personerna i simuleringen kan röra sig fritt i 360°, vilket ger mer verklighetstroga resultat jämfört med program som använder sig av förflyttning i rutnät. Personerna i lokalen kan ansättas till olika profiler med skiftande gånghastighet, reaktionstid, axelbredd, val av utgång och flera andra parametrar. Dessa parametrar kan sedan slumpas för olika personer och grupper med hjälp av olika sannolikhetsfördelningar som fastställs av användaren i programmet.

### 3.3.3 DETACT-T2

DETECT-T2 är ett datorbaserat program utformat av NIST som används för att ta fram väntad tid till detektion för värmedetektorer eller sprinklerhuvuden vid en exponentiellt ökande effektutveckling (Molinelli, 2018). De indata som behövs för att beräkna fram en aktiveringstemperatur för ett sprinklerhuvud är omgivningstemperatur, RTI-värde och/eller larmnivå för komponenten, takhöjd, avstånd mellan komponenter samt tillväxthastigheten för branden i fråga.

De utdata som sedan fås är tid till aktivering samt effektutveckling vid detektion. Programmet gör vissa antagande vid beräkningarna, bland annat att komponenten antas befinna sig i en relativt stor lokal där det endast är brandens momentana brandgasplym som antas värma elementet och inte de varma gaser som ansamlats i rummet.



## 4. Objektsbeskrivning

Vilket tidigare nämnts, är Stockholms Centralstation en av nordens mest trafikerade noder med runt 200 000 personer i rörelse varje dag. Primärt är det en centralstation för tågtrafik men även andra evenemang kan förekomma i dess lokaler.

### 4.1 Historik

Under år 1871 byggdes det ursprungliga stationshuset som vid den tidpunkten var Stockholms näst största byggnad, endast Stockholms slott var större. Från början gick där 8-10 tåg om dagen på 5 spår som fanns inne i byggnaden. Sedan 1871 har det hänt mycket. År 1927 gjordes en omfattande ombyggnation varvid stationshuset revs för att ge plats till vad vi idag kallar Centralhallen. Under denna ombyggnation flyttades även tågspåren ut vilket gav det utseende vi kan se idag. Centralhallen har under åren hyst många konserter, julmarknader och manifestationer av flera olika slag.

Från 1927 till 2008 skedde ytterligare utbyggnader av Centralstationen, men år 2008 var det dags att göra ännu en omfattande reovering av hela Centralstationen. Arbetet fokuserade mest på det vi idag kallar Nedre Hallen. Orsaken bakom reoveringen var att hela Centralstationen höll långsamt på att sjunka då de fundament som lade grunden till byggnaderna ej var tillräckliga. Detta arbete stod färdigt 2014.

### 4.2 Byggnaden

Stationen består av ett antal delar som har sammanlänkats för att ge det utseende vi ser idag. Hjärtat i konstruktionen är Centralhallen som har stått där sedan 1927. Från Centralhallen kan man nå övriga delar av stationen. Den är ansluten till Nedre Hallen som ligger ett plan under mark och som leder till tunnelbanan samt plattformarna för fjärrtågen. Tidigare gick även pendeltågstrafiken från fjärrtågsplattformarna. Vidare ligger Norra respektive Övre Hallen i direkt anslutning till Centralhallen. Byggnaden i helhet är klassificerad till en Br1 byggnad med verksamhetsklass 2B.

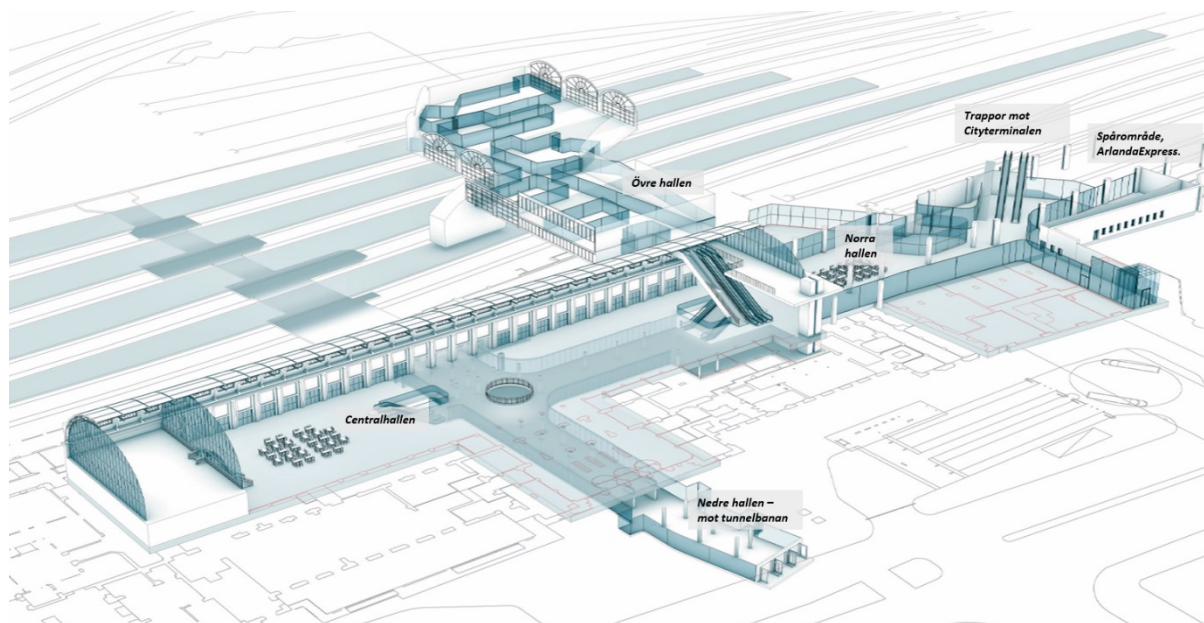
Figur 2 nedan visar Centralhallen.



*Figur 2 Översiktsbild av Centralhallen*

När man anländer till centralstationen från Vasagatan är det A-huset man skådar. Det är en kontorsbyggnad men innehåller även butiker på bottenplan. På andra sidan av den originella Centralhallen ligger en annan byggnad, C-huset. Även detta är en kontorsbyggnad men möjligheten för lokförare att övernatta finns.

Nedan i Figur 3 visas en översiktsbild av hela Centralstationen. Bilden tillhör Jernhusen/Tengbom.



Figur 3. Översiktsbild av Centralstationen

### 4.2.1 Konstruktion och ytskikt

Centralstationens byggnader har en stomme av stål och tegel eller betong (Fridström, 2014). Bjälklagen består av trä och stål eller betong. Fasaderna är tillverkade av glas eller puts, yttertaken av plåt, papp och glas.

Brandteknisk klass på bärverket är reducerat till lägst R60.

Ytskikten i lokalerna annat än utrymningsvägarna samt kommunikationsstråket i Nedre Hallen, består av som lägst brandskyddsklass D-s2,d0 (klass III).

För skydd mot brandspridning mellan brandceller utrustade med sprinkler, skall konstruktionen vara av lägst brandteknisk klass EI30 (E30 för glas), vilket är implementerat i hela Centralstationen.

### 4.2.2 Ventilation

Ventilationssystemet består av mekanisk till- och frånluft med ett antal aggregat. Vid den stora ombyggnationen mellan 2008–2014 sågs ventilationen över för att den skulle uppfylla dåvarande gällande krav. I Tabell 3 nedan beskrivs utformningen av ventilationssystemet utifrån de krav som var gällande vid ombyggnationen.

Tabell 3. Utformning av ventilationssystem

<b>Parameter</b>	<b>Krav</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Material i kanaler</b>	Obrännbart (A2-s1,d0)	
<b>Upphängningsanordningar</b>	Om inkluderas i brandskyddet – lägst samma klass som genombruten byggnadsdel  Övriga anordningar – lägst R15	
<b>Schakt</b>	Om sprinklat – lägst EI30  Övriga delar – lägst EI60	Invändiga ytor uppförda i material (A2-s1,d0) eller beklädnad (K210/B-s1,d0) med ytskikt (B-s1,d0)
<b>Aggregatrum</b>	Egna brandceller – lägst EI30 (Sprinklat) / EI60 (Osprinklat)	Invändiga ytor uppförda i material (A2-s1,d0) eller beklädnad (K210/B-s1,d0) med ytskikt (B-s1,d0)
<b>Kanalisolering</b>	Kanaler är skyddade med erforderlig mängd isolering. Bruten isolering i brandcellsgräns, skyddas av brandskyddande massa eller liknande.	Kanaler mellan sprinklade utrymmen isoleras ej.
<b>Imkanal</b>	I pentry – lägst EI15 I storkök – lägst EI60	För pentry – inom kök kan kanalerna vara oisolerade om de är tillgängliga för besiktning samt har skyddsavstånd på 30 mm till brännbart material  För storkök – inom brandcellen kan kanalerna vara oisolerade om de är tillgängliga för besiktning samt har skyddsavstånd på 50 mm till brännbart material

### 4.3 Spårområdet

Centralstationen består av totalt 18 spår, numrerade 1–8 och 10–19, spår 9 saknas. Spåren är uppdelade i A, B, C och D, vilket betyder att plattformarna är väldigt långa. Tabell 4 nedan visar från vilken del av Centralstationen som leder till vilket/vilka spår.

Tabell 4. Placering av utgångar från tågspår

Spår	Utgång	Kommentar
1-2	Norra Hallen	Endast Arlanda Express
3-8	Norra Hallen	
10	Centralhallen, Övre Hallen	
11-19	Nedre Hallen, Övre Hallen	Kan ej nå alla spår från Övre Hallen

### 4.4 Verksamheter

Det finns ett antal olika verksamheter inne på centralstationen såsom butiker och restauranger. Det finns även kontor och andra lokaler tillhörande diverse verksamheter i intilliggande byggnader. Butikerna varierar i storlek och personaltal vilket ger olika riskbilder.

Även om Centralstationen primärt är en plats för resenärer kan det ibland förekomma andra användningsområden av lokalerna. Vid dessa speciella event eller vid andra händelser som förseningar i tågtrafiken, kan det förväntas befinna sig ett stort antal människor i lokalerna.

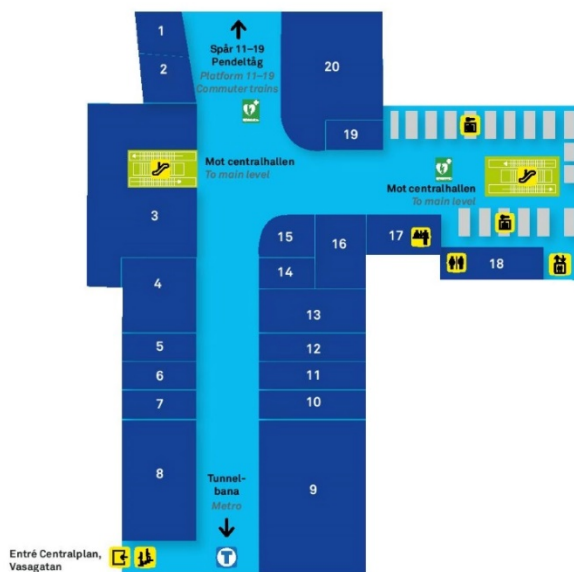
I Figur 4 och Figur 5 på nästa sida visas översiktsbilder av de verksamheter som kan återfinnas i Centralhallen, Norra Hallen och Nedre Hallen samt deras placering.



## CENTRALHALLEN MAIN LEVEL

- |                       |                       |                     |                           |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| 1. Ny butik på gång   | 11. Upper Crust       | 21. Asso Di Quadri  | 31. SJ Resebutik          |
| 2. Sushi Yama         | 12. Pressbyrån        | 22. Starbucks       | 32. SJ Lounge             |
| 3. Espresso House     | 13. Jacobs            | 23. Ur & Penn       | 33. McDonald's            |
| 4. Spångbergs blommor | 14. Dagnys            | 24. Teknikmagasinet | 34. O'Learys              |
| 5. Rituals            | 15. 7-Eleven          | 25. Pocket Shop     | 35. Caffé Ritazza         |
| 6. Engla              | 16. Sala Thai         | 26. Pressbyrån      | 36. Forex Bank            |
| 7. Lindex             | 17. Gooh!             | 27. Designorget     | 37. Ny butik på gång      |
| 8. Kjell & Company    | 18. ICA To Go         | 28. Rinse           | 38. Coffeehouse by George |
| 9. Luzette            | 19. Holy Monkey       | 29. Body Shop       |                           |
| 10. Burger King       | 20. Svenska Klassiker | 30. Glitter         |                           |

Figur 4. Översiktsbild av Centralhallen samt Norra Hallen



## NEDRE HALLEN LOWER LEVEL

- |                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| 1. Helenas Blommor | 11. Candyking               |
| 2. X-change        | 12. Kahls Thé & Kaffehandel |
| 3. COOP            | 13. Gateau                  |
| 4. LloydsApotek    | 14. Beirut Café             |
| 5. Phone House     | 15. Pocket Shop             |
| 6. Life            | 16. Barista                 |
| 7. Albert & Jack's | 17. SL-Center               |
| 8. Pressbyrån      | 18. Toalett                 |
| 9. Stockholm Deli  | 19. Upper Crust             |
| 10. Mr Handy       | 20. Burger King             |

Figur 5. Översiktsbild av Nedre Hallen



### 4.5 Tidigare tillbud

De stora personantalen som rör sig i Centralstationen i kombination med de många verksamheter som finns där, leder till att brandtillbud uppstår flertalet gånger per år. Det är sällan några större incidenter men ofta så pass att det leder till utrymning. I Bilaga 1 presenteras ett antal tillbud som lett till utrymning det senaste året.



## 5. Befintligt brandskydd

I detta avsnitt kommer det befintliga brandskyddet av de berörda delarna av Centralstationen att beskrivas.

### 5.1 Detektionssystem

Centralstationen är försedd med ett stort antal detektorer. De flesta utrymmena består av vanliga rök- och värmedetektorer. För Centralhallen och entrén mot Vasagatan finns det linjerökdetektorer då takhöjden är hög och taket är k-märkt i entrén. Upp mot Övre Hallen vid café Perini finns ett samplande system eftersom området saknar sprinkler men ändå har relativt låg takhöjd.

Alla detektorer är direktkopplade till larmcentraler tillsammans med larmknappar, vidare är alla detektorer adresserbara (Fridström, 2014). När larmet går har personal på plats en minut på sig att kvittera larmet och därefter ytterligare fyra minuter för att undersöka orsaken.

Om detta inte uppfylls kopplas larmet vidare till SOS. Larmlagringen upphör under de timmar då Centralstationen är obemannad och kopplas då vidare direkt. Larmet direktkopplas även då två detektorer aktiveras eller om en larmtryckknapp används.

### 5.2 Aktiva system

Alla utrymmen är försedda med sprinkler förutom Centralhallen av samma anledning som punktdetektorerna. Entrén är försedd med EC-väggsprinkler av typen TYCO TFP230 eller motsvarande dvs ett RTI som inte överstiger 50, på grund av att taket är k-märkt. Även väggsprinkler finns i passagen mellan Centralstationen och T-centralen på grund av den låga takhöjden. Vid lastkajen där mottagning av leveranser sker finns torrörssystem med tanke på risk för frysning. Alla sprinklerhuvuden har ett RTI-värde som ej överstiger 50. De ytor som ej försetts med sprinkler ska vara dimensionerade som separata brandceller i lägst brandteknisk avskiljning EI60.

I Nedre Hallen är Espresso House försedd med brandjalusi som aktiveras och fälls ner vid larmaktivering. Pressbyrån på andra sidan har också ett rökskydd som i detta fall består av fasta glaspartier och slagdörr. Notera att detta är mer skydd mot rökspridning än en aktuell brandcellsgräns då utrymmena är sprinklade. Detta eftersom förra riskvärderingen som gjordes 2009 påvisade att rökutveckling i dessa utrymmen leder till kritiska förhållanden innan folk kan antas ha hunnit utrymma.

I restaurangkök finns fasta släckanläggningar över fritöser och stekbord som aktiveras automatiskt i händelse av brand.

### 5.3 Utrymningslarm

Alla publika ytor och andra utrymmen där folk vistas är försedda med automatiskt utrymningslarm som aktiveras via larmknapp, brandlarmsaktivering eller sprinkleraktivering. Utrymningslarmet består av ett förinspelat talat meddelande på svenska så väl som engelska (Fridström, 2014). I vissa, ej publika delar av objektet, kan utrymningslarmet däremot bestå

av en akustisk signal istället för talat meddelande. Vid larm finns skylt som beskriver signalens betydelse samt önskade åtgärder vid signal. Med hänsyn till funktionshindrade är utrymningslarmet även utrustat med ett optiskt larm. Då detektion sker i ett allmänt utrymme aktiveras utrymningslarmet för samtliga publika lokaler.

### 5.4 Brandgasventilation

Centralstationen är även utrustad med brandgasventilation som består av en stor frånluftsfläkt i Centralhallen och ett antal tilluftsöppningar på källarplan och entréplan. Frånluftsfläkten har en kapacitet på 30 m<sup>3</sup>/s. Systemet aktiveras om två detektorer indikerar rök, om sprinkler aktiveras eller om larmtryckknapp används. Vid utvändig detektion skall tilluftsöppningarna i Norra Hallens fasad stängas. Dessa skall hållas stängda även om invändig detektion sker i efterhand då dem i normalfallet hade öppnats för tilluft till brandgasventilationen.

### 5.5 Räddningstjänst

I händelse av larm finns det fyra brandstationer inom 10 minuter från Centralstationen. I Figur 6 nedan visas brandstationernas placering gentemot Centralstationen. De blåa markeringarna visar positionen för brandstationerna och den röda pricken motsvarar Centralen. Vid brand i tåg har räddningstjänsten som procedur att, om möjligt, putta ut tåget från plattformen.



Figur 6. Karta över Stockholm med brandstationernas placering

#### **Tillträdesvägar:**

När räddningstjänsten tillkallas finns det ett antal tillträdesvägar. Val av tillträdesväg görs utifrån var branden är lokaliserad.

Centralplan fungerar för större fordon och tillträde till spårområdet för personbilstrafik som ambulans och polis.

Tegelbacken kan inte nå via fordon men personal kan nå södra spårområdet härifrån till fots.

Via Blekholmsgatan kan större fordon ta sig en bit in på spårområdet. Personbilstrafik kan ta sig in under spårområdet via tunnlar.

Norra Hallen och Spårområdet är tillgängliga för personbilstrafik.

Taxiplan utanför Norra Hallen används som uppställningsplats för räddningstjänst.

Avståndet från körbar väg till angreppspunkt i byggnaden överstiger ej 50 meter.

### **Brandvattenförsörjning:**

Ringmatning på spårområdet, brandposter och vattenutkastare.



## 6. Grovanalys

Genom insamlad information och diskussioner under platsbesöket tillsammans med kreativt analytiskt tänkande, togs ett flertal möjliga scenarier fram för analys i projektet. Scenarierna graderades med hänsyn till deras sannolikhet och konsekvens och placerades sedan ut i en riskmatris. Graderingen gjordes relativt, med andra ord de olika scenarierna sattes i relation till varandra när man bedömde deras sannolikhet och konsekvens. För sannolikheten användes statistik från IDA tillsammans med tidigare tillbud som underlag för bedömningen. För konsekvensen fördes endast resonemang kring tänkbara utfall, vilket sedan låg till grund för bedömningen. De scenarier som ansågs vara av intresse analyserades sedan vidare.

Sannolikheten för de olika scenarierna graderas från *mycket låg*, *låg*, *medel*, *hög* till och med *mycket hög*, där *mycket hög* anses vara det mest sannolika och *mycket låg* det mest osannolika scenariot. Konsekvensen graderas på liknande sätt, där en *mycket hög* en väldigt allvarlig konsekvens i relation till säkerhet och utrymning och *mycket låg* anses återspegla en låg konsekvens för personer i omgivningen.

### 6.1 Scenarier

Nedan presenteras möjliga brandscenarier för Stockholms Centralstation.

#### 6.1.1 Scenario 1 – Brand i butik

Följande scenario skall representera ett designscenario för brand i butik. Scenario 1 kommer att delas in i tre stycken delscenarier baserat på brandens placering i byggnaden. Scenario 1a kommer behandla en butiksbrand i Nedre hallen. Scenario 1b kommer att behandla en butiksbrand i Centralhallen. Slutligen kommer Scenario 1c behandla en butiksbrand i Norra Hallen. Inne på Centralstationen finns ett antal butiker av olika typ och utformning. Dessa finns lokaliserade i de olika utrymmen som berörs i projektet. I Centralhallen är klädbutiker dominerande, medan det i Norra Hallen finns matbutiker även om restauranger och fik är det som förekommer främst. I Nedre Hallen finns ett blandat utbud av butiker, allt från en större matbutik till en bokhandel. Se avsnitt om

Verksamheter för fullständig lista över dagens butiker på Centralstationen. Vilken typ av butik som finns var är inte av största intresse då butiker flyttas och hyresgäster byts ut med jämna mellanrum.

##### 6.1.1.1 Scenario 1a – Brand i butik, Nedre Hallen

I detta scenario är branden placerad i en ospecificerad butik lokaliserad i Nedre Hallen. Sannolikhetsuppskattningen för detta scenario baserades på det faktum att lokalen inhyser ett flertal butiker. Detta ökar sannolikheten för att brand ska uppstå i en av dessa butiker. Nedre Hallen står öppen för allmänheten nästan dygnet runt, dock inte själva butikerna. Brand i butik är vanligt förekommande, enligt IDA sker det mellan 200–250 bränder i handelsbyggnader per år (MSB, 2018). Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **hög**.

Merparten av butikerna har relativt öppen planlösning med stora öppningar ut till de offentliga delarna av Nedre Hallen. Detta i kombination med den potentiellt stora brandbelastningen kan ge upphov till stor rökspridning genom hela Centralstationen. Samtliga butiker är dock sprinklade vilket i stor utsträckning kan hjälpa till att begränsa eller släcka en eventuell brand. Vidare startar brandgasventilationen, belägen i Centralhallen, om två detektorer indikerar rökutveckling, om larmtryckknapp används eller om sprinkler aktiveras. Detta agerar även konsekvensbegränsande. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **hög**.

### 6.1.1.2 Scenario 1b – Brand i butik, Centralhallen

I detta scenario är branden placerad i en ospecificerad butik lokaliserad i Centralhallen. Sannolikheten för detta scenario kommer att bli densamma som för Scenario 1a då förutsättningarna är väldigt snarlika. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier ansätts sannolikheten för detta scenario till **hög**.

Majoriteten av butikerna i Centralhallen har en öppen planlösning med högt i tak. Undantag finns framförallt i de mindre butikerna där takhöjden är lägre. Även om själva Centralhallen saknar sprinkleranordning är butikerna som finns lokaliserade här sprinklade. Utöver detta finns brandgasventilation i Centralhallen som har en kapacitet på 30 m<sup>3</sup>/s. Utrymningsmöjligheterna från Centralhallen är goda då det finns gott om utrymningsvägar direkt ut till det fria. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **medel**.

### 6.1.1.3 Scenario 1c – Brand i butik, Norra Hallen

I detta scenario är branden placerad i en ospecificerad butik lokaliserad i Norra Hallen. Sannolikheten för detta scenario kommer att bli densamma som för Scenario 1a och 1b då förutsättningarna är väldigt snarlika. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **hög**.

I Norra Hallen är takhöjden lägre i jämförelse med Centralhallen vilket skall beaktas om en brand uppstår. Utrymningsmöjligheterna från Norra Hallen är bättre i relation till Nedre Hallen eftersom utrymningsvägarna är fler och går direkt ut i det fria. Precis som för de andra butikerna finns sprinkler och brandgasventilation. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **medel**.

## 6.1.2 Scenario 2 – Brand i kök

Detta scenario skall representera ett designscenario för brand i kök. Precis som för Scenario 1 finns det ett antal restauranger med tillhörande kök runt om i byggnaden. Men eftersom samma skyddssystem finns i alla kök oavsett placering i byggnaden kommer detta scenario ej att påverkas av brandens placering. Utöver restaurangerna har även en del av de större matbutikerna tillgång till kök för att grädda bullar och dylikt. I Centralhallen finns nästan uteslutande restauranger, med andra ord inga större matbutiker finns lokaliserade här. Norra



Hallen har alla kategorier, restauranger och matbutiker med kök, precis som Nedre Hallen. Se Verksamheter för fullständig lista över dagens restauranger/butiker med kök på Centralstationen. Vilken typ av restaurang/butik som finns var är inte av största intresse då restauranger/butiker flyttas och hyresgäster byts ut med jämna mellanrum.

För detta scenario kommer branden att placeras i ett ospecificerat kök i byggnaden. Hur brand- och rökspridning beter sig är av intresse att studera då detta kan påverka människorna som vistas här.

Brand i kök är inte ovanligt, enligt IDA ligger antalet bränder i restauranger runt 150 per år (MSB, 2018). Detta kan påvisas genom de tidigare tillbuden, se Bilaga 1 där majoriteten av tillbuden innefattade kök. Även om restaurangen är belägen i ett offentligt utrymme är det väldigt sällan obehöriga har tillträde till kök vilket skall beaktas vid uppskattning av sannolikheten. Vidare kan man anta att personalen som arbetar i köket har tillräcklig kunskap om utrustningen i köket, framförallt de delar som medför en brandrisk. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **mycket hög**.

Eftersom olja i fritöser medför stor brandrisk har man vidtagit åtgärder. Ovanför varje stekbord och fritös i lokalen finns ett fast släcksystem installerad. Detta aktiveras automatiskt vid detektion av brand. Restaurangen är sprinklad och brandgasventilation finns, vilket kan mildra konsekvenserna och begränsa spridning. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier ansätts konsekvensen för detta scenario till **mycket låg**.

### 6.1.3 Scenario 3 – Antagonistisk handling

Detta scenario skall representera ett designscenario för ett terrordåd. Då Centralstationen är, som tidigare nämnt, en av nordens mest trafikerade noder är det rimligt att anta att ett terrorattentat här inte är omöjligt. Varje dag rör sig hundratusentals människor på Centralstationen vilket gör platsen till en potentiell måltavla för terrorism. Ett terrorattentat kan ta många olika former men för detta scenario kommer terrorattentatet vara en anlagd brand.

För detta scenario kommer branden inte ha en specifik placering utan man väljer istället att se till sannolikhet och konsekvens utan fast placering.

De senaste åren har man sett en ökning av terrorrelaterade attacker världen över. Detta gäller även för Sverige. Den sjunde april 2017 drabbades Sverige och Stockholms stad av ett terrordåd med dödligt utfall. Utifrån detta kan man dra slutsatsen att även Sverige kan komma att drabbas av antagonistiska handlingar igen. Vidare kan Centralstationen ses som en utsatt plats på grund av antalet människor som vistas där dagligen. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **mycket låg**.

Det är svårt att uppskatta storleken på konsekvenserna för detta scenario med tanke på osäkerheten hos terrorattentat och vilken form de kan anta. Man bör beakta det faktum att terror relaterade incidenter ofta har som mål att skapa oro hos befolkningen. En detalj som är

unikt för detta scenario är överraskningsmomentet vilket kan leda till att fler kommer till skada. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **mycket hög**.

### 6.1.4 Scenario 4 – Brand i Centralhallen

Detta scenario skall representera ett designscenario för brand i Centralhallen. Även om Centralstationens primära användningsområde är tågstation och vänthall förekommer det andra evenemang inom dess väggar. Lokalen är dimensionerad för ett maximalt antal på 4000 personer. Ibland hålls julmarknader i Centralhallen, där stånd gjorda i trä är vanligt förekommande. För att skaffa sig en bild av hur det kan se ut under en marknad se Figur 7 på sidan 31.

För detta scenario kommer branden att placeras i ett marknadsstånd i Centralhallen. På grund av den höga takhöjden i Centralhallen kan man anta att det krävs en större brand för att det skall påverka människors utrymning. Brand- och rökspridning upp mot Övre Hallen är speciellt intressant att studera i detta scenario.

Eftersom branden endast kan uppstå under de tillfällen som Centralhallen har en marknad så är risken inte alltid närvarande. Dock får man beakta att brandrisken är förhöjd under de tillfällen som marknader finns på plats. Ser man till tillgängligheten här kan man konstatera att det är ett offentligt utrymme där alla har tillträde. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **hög**.

Med tanke på den höga takhöjden i Centralhallen har man valt att inte installera sprinkler i utrymmet vilket måste beaktas när man uppskattar konsekvensen. Precis som för alla andra scenarier finns brandgasventilation. Spridningsrisken anses vara medelhög då de intilliggande stånden är brännbara och kommer att antändas utan större svårighet med den värmeutveckling och strålning som uppstår. Beroende på antalet stånd som finns i Centralhallen kan branden växa sig mycket stor. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **låg**.



Figur 7. Julmarknad Centralhallen

#### 6.1.5 Scenario 5 – Brand i tåg

Detta scenario skall representera ett designscenario för brand i persontåg. På en tågstation finns självfallet ett antal tåg. Då detta är Sveriges huvudstads Centralstation kan man anta att ett stort antal tåg är i rörelse på spåren dagligen. Ett uppskattat antal ligger på ungefär 1100 tåg per dygn. För dessa tåg finns det 18 spår tillgängliga. Spår 11–19 nås via Nedre och Övre Hallen. Notera att dessa spår används uteslutande för fjärrtåg. Spår 10 nås via Centralhallen. Slutligen nås spår 1–8 via Norra Hallen. Dessa spår är, till skillnad från de övriga, delvis placerade under tak.

För detta scenario placerades branden i ett tåg på spår 4, vilket är ett av de spår som är under tak. I nära anslutning till detta spår ligger Norra Hallen. Då branden sker utomhus, dock under tak, vill man i detta scenario studera hur Norra Hallen påverkas av brand och rökspridning.

Enligt IDA är antalet bränder i tåg runt 30 stycken årligen vilket, om man jämför med till exempel brand i byggnad, är en låg siffra (MSB, 2018). Vanligaste brandorsaken för brand i tåg är tekniskt fel vilket kan leda till gnistbildning och sedermera brand. Anlagda bränder i persontåg är ingen omöjlighet då vem som helst kan kliva ombord eller komma i kontakt med

tåget när det står på perrongen. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **låg**.

Konsekvenserna av en tågbrand kan bli mycket allvarliga med tanke på att branden kan ha en effektutveckling på upp emot 50–100 MW. Eftersom tåget står under tak kan delar röken komma att ansamlas under taket. Hela spårområdet har en ringmatad vattenförsörjning med brandposter och vattenutkastare utplacerade. Detta underlättar för räddningstjänstens insats när de kommer till platsen. Vidare har räddningstjänsten som insatsplan att putta ut brinnande tåg från perrongen. Utöver detta finns det inga konsekvenslindrande åtgärder. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **medel**.

### 6.1.6 Scenario 6 – Brand på toalettavdelningen

Detta scenario skall representera ett designscenario för brand på toalett. I Nedre Hallen finns en större toalettavdelning placerad. För detta scenario placerades branden i en papperskorg inne på toalettavdelningen i Nedre Hallen. Då detta är den enda större toalettavdelningen som finns på Centralstationen kommer en brand här, om inte annat, skapa störningar för folk som skall uträtta sina behov. I detta scenario ville man studera om det uppkommer några störningar om en brand skulle uppstå.

Med hänsyn till att detta är den enda större toalettavdelningen samt det stora antal människor som rör sig på Centralstationen dagligen kan man anta att toaletterna aldrig står tomma. Då toalettavdelningen är placerad i Nedre Hallen står den öppen under de timmar som Nedre Hallen är öppen, vilket är mellan 04.00-02.15 på måndagar och 04.30-02.15 tisdagar till söndagar. Branden kan uppkomma av ett antal olika anledningar, såsom cigarettfimpar med mera. Vidare skall man beakta branden storlek. Detta påverkar sannolikhet såväl som konsekvens. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **medel**.

Till skillnad från övriga scenarier är branden liten. Branden kommer bidra till minimal rökbildning gentemot den stora yta som röken skall påverka. Vad som kan komma att påverkas vid en brand är den nödutgång som ligger i direkt anslutning till toalettavdelningen. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **mycket låg**.

### 6.1.7 Scenario 7 – Brand i ventilationssystemet

Detta scenario representerade ett designscenario för brand i ventilationssystemet. Då endast kravnivån av ventilationssystemet finns att tillgå får man utgå från dessa när man skall dimensionera ett scenario. Systemet går igenom byggnadens alla delar med mekanisk till- och frånluft samt ett antal olika aggregat.

För detta scenario ansågs inte placeringen av branden vara av intresse. Då bränder i ventilationssystem kan vara komplexa och leda till långa insatser vill man studera vilka konsekvenser en brand i ventilationssystemet på Centralstationen kan få.

Enligt IDA sker det omkring 40 bränder i ventilationssystem i allmänna byggnader per år. Värdena visar på att bränder i ventilationssystem inte är den vanligast förekommande brandtypen. Alla typer av antändningskällor är inte applicerbara här, t.ex. en anlagd brand är väldigt osannolik i detta avseende. Detta bör beaktas vid uppskattning av sannolikheten då man vet att cirka 30 % av bränder i allmänna byggnader är anlagda Bilaga 2. Vidare skall det inte finnas något brännbart material i ventilationssystemet och enligt kravnivån skall själva systemet vara konstruerat av ett icke brännbart material. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **mycket låg**.

Skulle brand uppstå kan konsekvenserna bli stora då byggnadens alla utrymmen är i anslutning till ventilationssystemet. Därmed kan en brand sprida sig till ett flertal olika delar utan större svårigheter. Detta förutsätter däremot att det finns bränsle och kravet var att systemet skulle bestå av ett icke brännbart material. En släckinsats kan bli komplicerad på grund av utformningen av ventilationen samt tillgängligheten. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **medel**.

### 6.1.8 Scenario 8 – Brand i låst utrymme

Detta scenario representerade ett designscenario för brand i låst utrymme. Även om centralstationen är en byggnad som är öppen för allmänheten finns det ett antal utrymmen där endast behörig personal har tillträde. Detta kan vara förråd till butiker, personalgångar med mera. Centralstationen har även ett antal nödutgångar som endast är tillgängliga för allmänheten vid larm. För att transportera varor till butikerna används dessa gångar som en länk mellan lastplatsen och butiken. Då en del gods är för tunga för att lyftas av personer finns eldrivna truckar till hands.

För detta scenario placerades branden i den gula nödutgången som går från Nedre Hallen ut mot lastplatsen. Branden bestod av en truck som hade fattat eld p.g.a. tekniskt fel eller liknande. Då detta är ett låst utrymme ville man studera hur och om en brand här påverkar utrymningen.

Om någon vill orsaka skada är det svårt för denne att starta en brand i detta utrymme då denne troligtvis saknar tillträde, med andra ord det faktum att endast behörig personal kan vistas i dessa delar påverkar sannolikheten. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes sannolikheten för detta scenario till **låg**.

Eftersom branden förväntades ske i en nödutgång kan man anta att det inte finns mycket brännbart material i närheten då nödutgångarna skall hållas fria. Om branden begränsas till det låsta utrymmet kan konsekvenserna förväntas bli milda. Skulle däremot brand- och rökspridning ske in till allmänna utrymmen kan detta påverka utrymningsmöjligheterna avsevärt då nödutgångarna kommer ha påverkats av brand och rök. Med hänsyn till ovanstående och i relation till övriga scenarier bestämdes konsekvensen för detta scenario till **medel**.

## 6.2 Riskmatris

Nedan i Tabell 5 presenteras en riskmatris med de olika brandscenarierna utplacerade utefter deras sannolikhet och konsekvens.

Tabell 5. Riskmatris över brandscenarierna

Sannolikhet ↓						
Mycket hög	2					
Hög		4	1b, 1c	1a		
Medel	6					
Låg			5,8			
Mycket låg			7		3	
	Mycket låg	Låg	Medel	Hög	Mycket hög	←Konsekvens

I Tabell 6 nedan förtydligas de olika scenariernas sannolikhet och konsekvens.

Tabell 6. Förtydligande av brandscenariernas sannolikhet och konsekvens

Scenario	Nr	Sannolikhet	Konsekvens
<b>Brand i butik, Nedre Hallen</b>	1a	Hög	Hög
<b>Brand i butik, Centralhallen</b>	1b	Hög	Medel
<b>Brand i butik, Norra Hallen</b>	1c	Hög	Medel
<b>Brand i kök</b>	2	Mycket hög	Mycket låg
<b>Antagonistisk handling</b>	3	Mycket låg	Mycket hög
<b>Brand i Centralhallen</b>	4	Hög	Låg

<b>Brand i tåg</b>	5	Låg	Medel
<b>Brand på toalettavdelningen</b>	6	Medel	Mycket låg
<b>Brand i ventilationssystemet</b>	7	Mycket låg	Medel
<b>Brand i låst utrymme</b>	8	Låg	Medel

### 6.3 Val av scenarier

Under följande rubrik beskrivs urvalet av scenarierna som skall vidareanalyseras. Scenarierna valdes dels tack vare deras positionering i riskmatrisen och deras sannolikhet samt konsekvens, men även för att täcka flera olika positioner för brand och utrymning samt att utmana olika delar av det befintliga brandskyddet.

#### Scenario 1a – Brand i butik, Nedre Hallen

Detta scenario **valdes** för vidareanalys baserat på följande motivering. Bränder i butiker är relativt vanligt förekommande och konsekvenserna kan bli höga. Som scenariot beskriver kommer branden att placeras i en butik som ligger i Nedre Hallen. Med tanke på den låga takhöjd som finns här anses detta scenario leda till den värsta konsekvensen av butiksbränderna. Om brandskyddet klarar en butiksbrand här förväntas det klara alla butiksbränder i byggnaden och anses därför representativt för alla liknande händelser.

#### Scenario 1b – Brand i butik, Centralhallen

Detta scenario **valdes inte** för vidareanalys baserat på följande motivering. Då konsekvenserna anses vara värre i scenario 1a täcktes därför detta scenario in då scenarierna är väldigt snarlika varandra.

#### Scenario 1c – Brand i butik, Norra Hallen

Detta scenario **valdes inte** för vidareanalys baserat på följande motivering. Då konsekvenserna anses vara värre i scenario 1a täcktes därför detta scenario in då scenarierna är väldigt snarlika varandra.

#### Scenario 2 – Brand i kök

Detta scenario **valdes inte** för vidareanalys baserat på följande motivering. Utöver det vanliga sprinklersystemet har varje stekbord och fritös en automatisk släckanordning vilken aktiverar vid detektion. Om släcksystemet inte skulle aktivera är branden fortfarande väldigt begränsad och väntas inte få stora konsekvenser.

#### Scenario 3 – Antagonistisk handling

Detta scenario **valdes inte** för vidareanalys baserat på följande motivering. Anledningen till det var svårigheten med att bedöma vilken typ av handling som kan inträffa i samband med ett antagonistiskt hot. Om hotet inte är brandrelaterat hamnar det inte under en brandteknisk

riskvärdering. Utifrån de skyddsål som valts ansågs ett antagonistiskt hot gällande brand inte vara ett rimligt scenario för att spegla de krav som ställs på brandskyddet.

### Scenario 4 – Brand i Centralhallen

Detta scenario **valdes** för vidareanalys baserat på följande motivering. Eftersom Centralhallen inte är sprinklad kan en brand växa sig stor innan räddningstjänst anländer och kan påbörja insats. Därför var det väldigt intressant att studera konsekvenserna av detta scenario.

### Scenario 5 – Brand i Tåg

Detta scenario **valdes** för vidareanalys baserat på följande motivering. Då ett tåg kan generera en väldigt hög effektutveckling anses det rimligt att detta scenario kan påverka byggnaden. Detta dels på grund av att spåren är placerade nära intill byggnaden samt att de till stor del är under tak med en takhöjd på endast 6 meter.

### Scenario 6 – Brand på Toalettavdelningen

Detta scenario **valdes inte** för vidareanalys baserat på följande motivering. Anledningen till detta var att det finns väldigt lite brännbart material i toalettavdelningen och på grund av att det som brinner är innehållet i en papperskorg. Utöver detta är utrymmet försett med sprinkler.

### Scenario 7 – Brand i Ventilationssystemet

Detta scenario **valdes inte** för vidareanalys baserat på följande motivering. Brand i ventilation är ovanligt, dessutom är det komplext och svåranalyserat.

### Scenario 8 – Brand i Låst utrymme

Detta scenario **valdes inte** för vidareanalys baserat på följande motivering. Endast behörig personal har tillträde till dessa utrymmen vilket innebär att det aldrig är en större mängd personer som kan påverkas.

De scenarier som valdes för fortsatt analys är:

- Scenario 1a – Brand i butik, Nedre Hallen
- Scenario 4 – Brand i Centralhallen
- Scenario 5 – Brand i tåg, utanför Norra Hallen

För tydlighetens skull kommer härnäst Scenario 1a benämnas Scenario A, Scenario 4 benämnas Scenario B och Scenario 5 benämnas Scenario C.

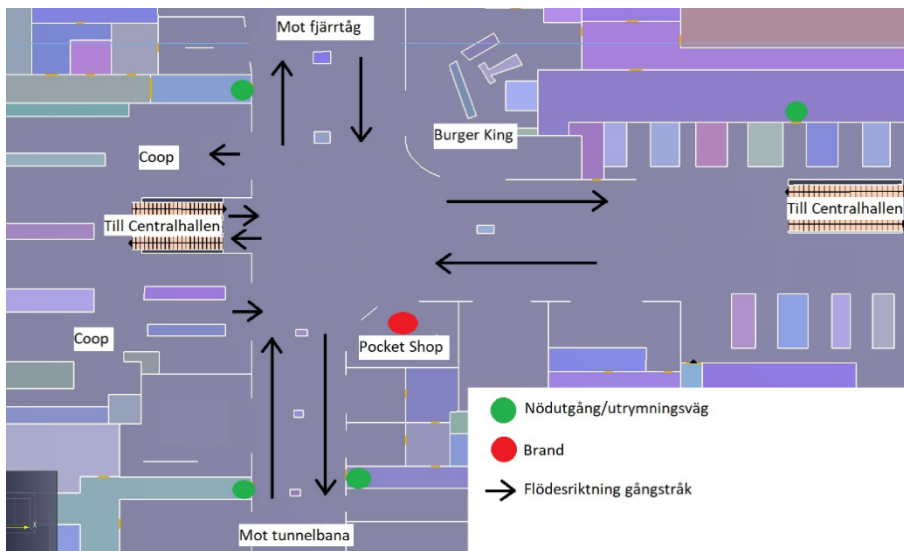
- Scenario A – Brand i butik, Nedre Hallen
- Scenario B – Brand i Centralhallen
- Scenario C – Brand i tåg, utanför Norra Hallen



## 7. Scenario A – Brand i butik, Nedre Hallen

Brand i butik i Nedre Hallen ansågs vara av högsta prioritet då det var det enda inträffande scenariot i just Nedre Hallen, där förutsättningarna ansågs vara som sämst sett till geometri, folkantal och brandrisk. Anledningen till att Pocket Shop valdes var på grund av butikens centrala läge samt höga brandbelastning. Butiken innehåller ett stort antal starka spotlights i närhet till pocketböckerna, därför ansågs de vara potentiella tändkällor vid eventuell elektrisk överbelastning.

En översiktsbild över Nedre Hallens mest väsentliga delar samt den normala flödesriktningen i gångstråken visas i Figur 8.



Figur 8. Översiktsbild av Nedre Hallen från Pathfinder

Figur 9 nedan visar en bild över Pocket Shop med böcker, spotlights samt sprinkler synliga.



Figur 9. Pocketshop med spotlights samt sprinkler

I Figur 10 nedan visas en översiktsbild över bokhandeln Pocket Shop.



Figur 10. Översiktsbild av Pocket Shop

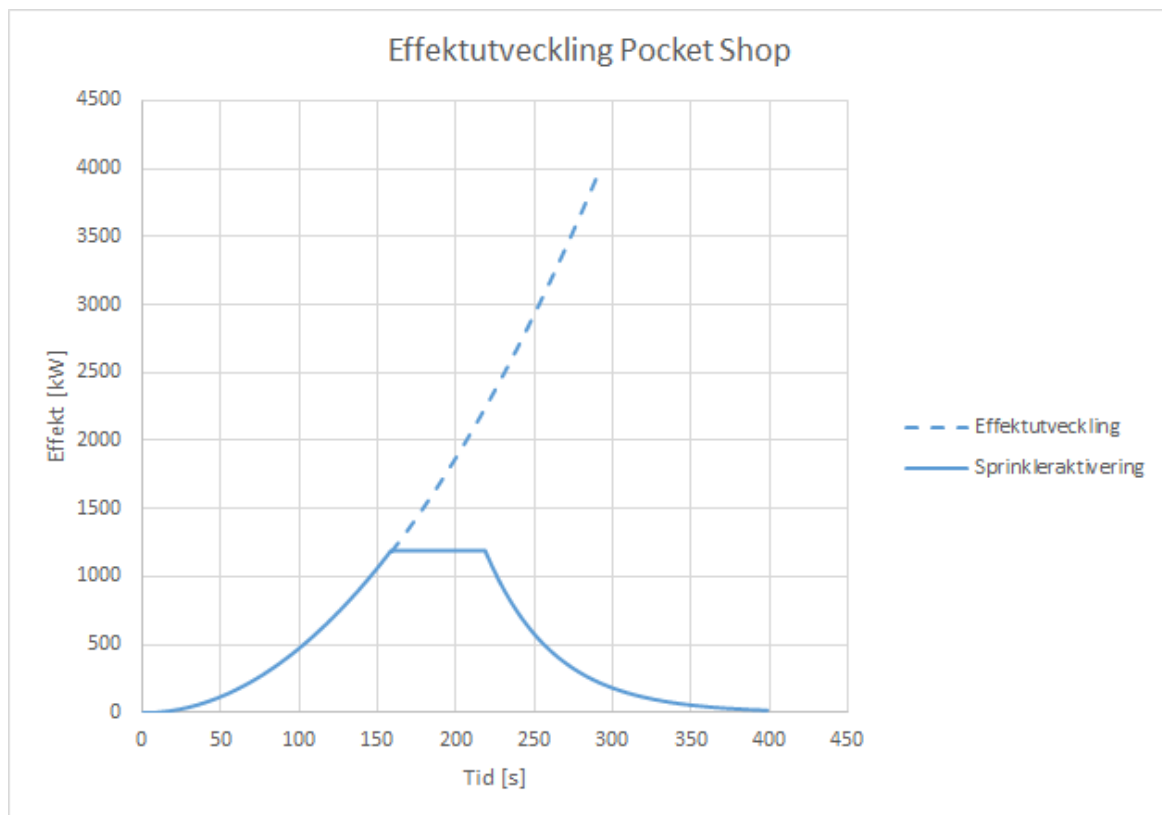
### 7.1 Tillvägagångssätt

För att analysera scenariot djupare gjordes först handberäkningar och ritningsavläsningar för att ta fram en så verklighetsanpassad geometri och dimensionerande brand som möjligt. Detta följdes av arbete i simuleringsprogrammen Pyrosim och Pathfinder. När geometrin och alla andra parametrar var färdigställda, simulerades både brandförlopp och utrymning. Resultaten kombinerades och sammanställdes. En känslighetsanalys utfördes för att utvärdera möjliga osäkerheter i valen av indata samt potentiellt felfungerande brandsskyddssystem. Avslutningsvis diskuterades resultat och osäkerheter.

## 7.1.1 Inledande handberäkningar

Det första som behövdes tas fram var scenariots maximala effektutveckling. Detta gjordes genom att beräkna butikens area och multiplicera med effektutvecklingen per arealenhet (Staffansson, 2010). Därefter beräknades tiden då sprinklersystemet aktiverades och den dämpade brandeffekten räknades fram och framställdes i form av en kurva. Eftersom bränslet i Pocket shop till största del bestod av pocketböcker och bokhyllor, antogs det brinnande bränslet i huvudsak bestå av cellulosa ( $C_6H_{10}O_5$ ). Detta gav Soot yield = 0,015 och CO yield = 0,01 (Stacy & Edwards, 2016). För fullständiga beräkningar se Bilaga 3.

I Figur 11 nedan ses den sprinklerdämpade effektkurvan (heldragna) ihop med en del av tillväxtfasen för den odämpade (streckad).



Figur 11. Sprinklerdämpad effektkurva, Pocket Shop

Den maximala effekten för det sprinklerdämpade brandförloppet var cirka 1200 kW vilket uppnåddes efter en tillväxtfas på 159 sekunder vilket var den tidpunkt då sprinklern beräknades aktivera. Maxeffekten hölls konstant i cirka en minut innan decay-fasen uppnåddes och effekten avvecklades under ytterligare cirka tre minuter. För fullständiga beräkningar se Bilaga 3.

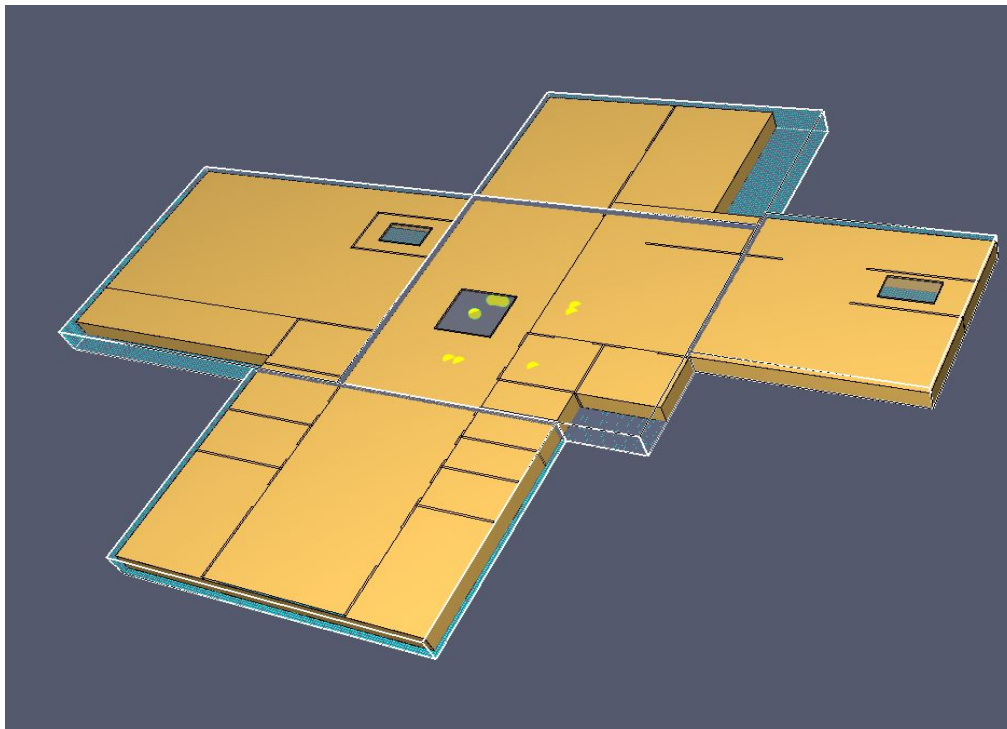
### 7.1.2 Simulering i Pyrosim och FDS

Innan geometrin kunde byggas upp i Pyrosim behövde samtliga ritningar läsas av för att måtten skulle stämma så bra som möjligt. En enkel pappersskiss med tillhörande mått gjordes först som mall. När mallen var klar kunde geometrin ritas upp i Pyrosim. Eftersom en del av golvet i Nedre Hallen lutade, varierade takhöjden med en maximal höjd på 3,2 meter mot fjärrtågen och en minimal höjd på 2,3 meter mot tunnelbanan. Majoriteten av arean hade en takhöjd på 2,6 meter. Detta värde valdes för hela arean då det var ett bra genomsnitt samt eftersom taket inte lutade. Eftersom taket inte lutade utan endast golvet, hade inte rökspridningen påverkats nämnvärt.

Väggarnas tjocklek sattes till 0,2 meter och antogs vara tillverkade av lättbetong. Eftersom hela Nedre Hallen är sprinklad samt det faktum att brandens effektutveckling i Pocket Shop dämpas i ett tidigt skede, ansågs inte väggarnas material påverka resultatet i någon större utsträckning. Ytskiktet i Pocket Shop består av bokhyllor med böcker i.

Eftersom Pyrosim och FDS inte tillåter cirkulära geometrier, gjordes förenklingar i form av kvadratiska och rektangulära öppningar och objekt. En av de viktigaste delarna i geometrin var det cirkulära hålet i taket utanför Pocket Shop som leder upp till stora Centralhallen. Hålets area var 38,5 m<sup>2</sup> vilket gjordes om till en kvadrat med sidor om 6,2 meter. Även själva Pocket Shop hade en del av arean som var formad som en halvcirkel, detta gällde även Burger King på motsatt sida av Nedre Hallen. Detta korrigerades på samma sätt som för hålet i taket.

I Figur 12 nedan visas en bild över Nedre Hallens geometri i Pyrosim.

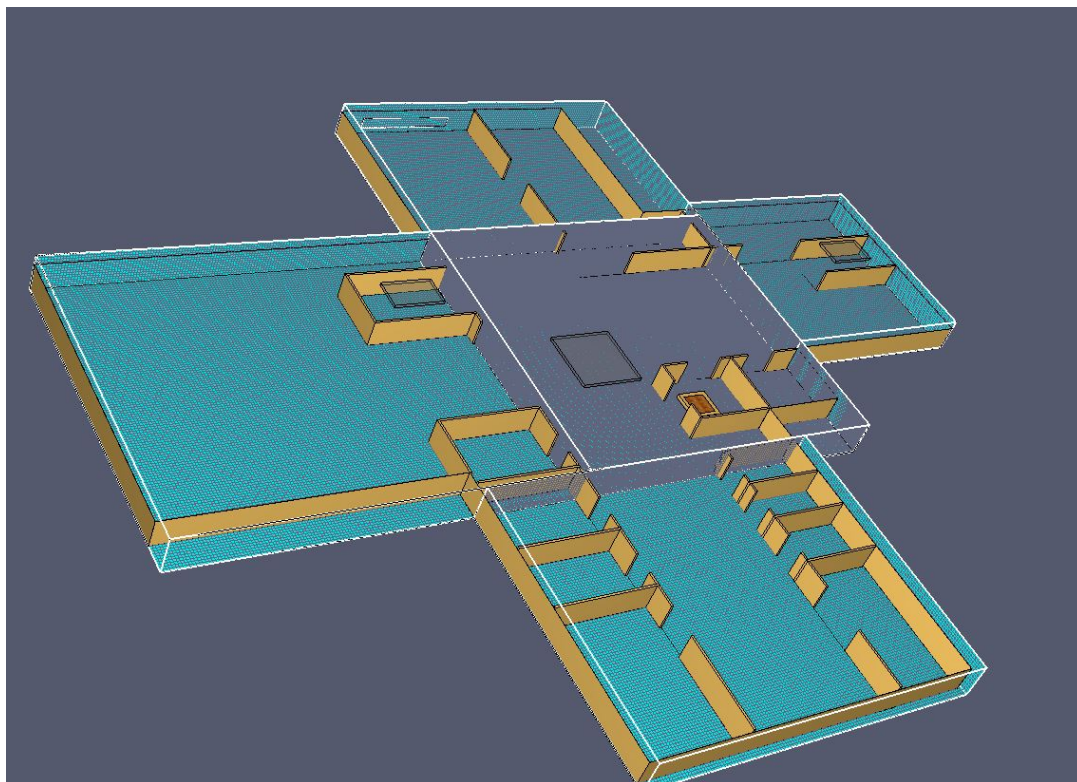


Figur 12. Nedre Hallens uppbyggnad samt placering av mesher taget ifrån Pyrosim

Hålet i taket ihop med öppningarna i de två rulltrappsuppgångarna bestämdes vara av typen ”Hole” vilket ihop med att meshen höjdes till 3,5 meter i Z-led, skulle simulera en naturlig ventilation av brandgaserna genom termisk stigitkraft. Eftersom dörrarna ut mot fjärrtågen leder ut till det fria, tillverkades en ”open vent” för att efterlikna en storskalig tilluft- alternativt frånluftsventil.

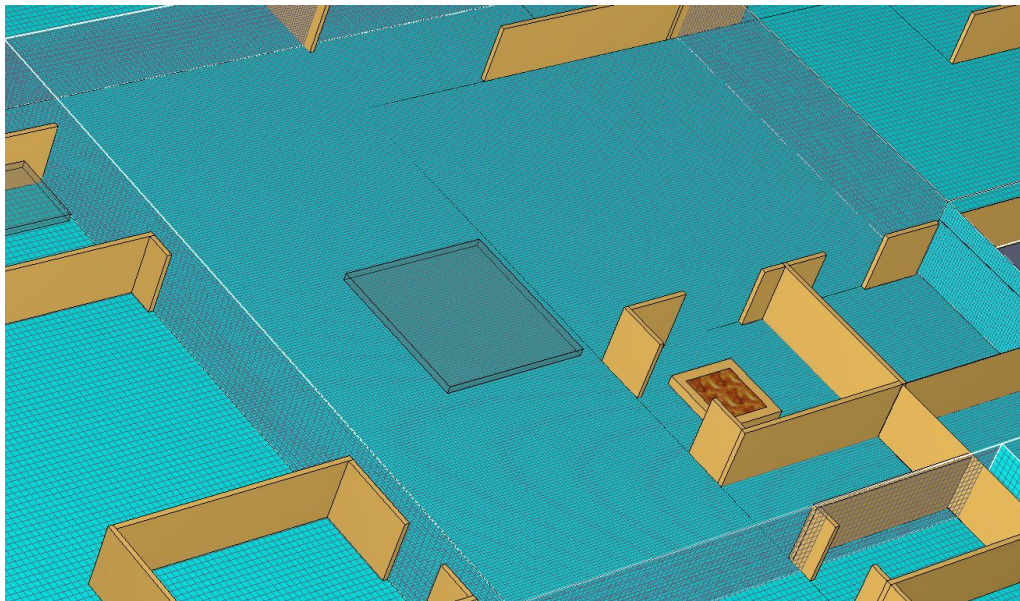
Geometrin utgjordes av fem olika mesher varav den mittersta var dubbelt så tät som de resterande fyra. Anledningen till detta var att förkorta beräkningstiden. Cellerna i den täta meshen var 0,125 meter och i de fyra andra 0,25 meter. Enligt beräkningar med hjälp av ekvation 16 och 17, se Meshberäkning för FDS. Den mittersta meshen var viktigast ur beräkningssynpunkt, därav den mindre cellstorleken. Det totala antalet celler blev 2 407 046 stycken, vilket var inom det rekommenderade spannet (McGrattan, o.a., 2017).

En bild från uppbyggnaden av Nedre Hallen i Pyrosim visas i Figur 13. Notera branden som en rödaktig kvadrat samt de tre hålen som leder upp till Centralhallen, som kan liknas vid fönster i taket.



Figur 13. Nedre Hallen utan tak.

I Figur 14 visas en närbild av hålet mitt Nedre Hallen samt branden inuti Pocket Shop.



Figur 14. Närbild på hålet i taket samt brandens läge i Nedre Hallen

För fullständig FDS-kod se Bilaga 9.

### 7.1.3 Utrymningssimulering i Pathfinder

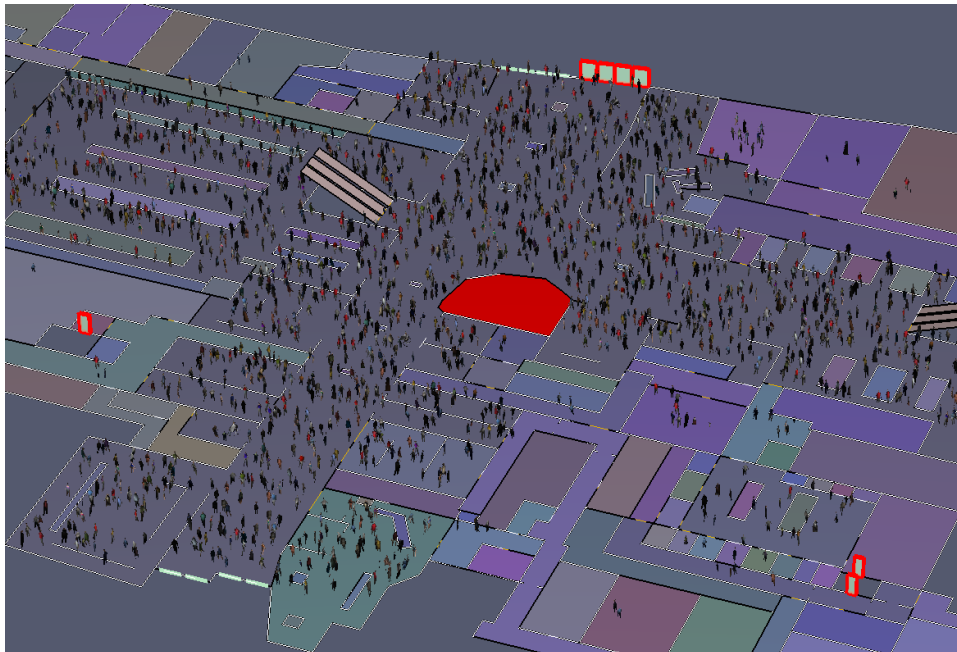
För att simulera utrymningen av Centralstationen för scenariot i Nedre Hallen användes Pathfinder, som är ett användarvänligt program med mycket stora möjligheter till att skräddarsy specifika scenarier samt lokaler.

Enligt branddokumentation för objektet används ett talande utrymningsmeddelande på både svenska och engelska i majoriteten av utrymmena på centralen (Fridström, 2014). Väktare är utbildade att instruera och hjälpa till med utrymning av lokalerna.

För att få in lokalens geometri i utrymningsprogrammet användes Auto-CAD, genom att förhand mäta samt rita av PDF-ritningar av lokalen bifogade med brandskyddsdokumentationen. I och med upprättande av CAD-filerna gjordes ett antal förenklingar samt uppskattningar av mått och lokalernas utformning, detta förväntades dock inte påverka slutresultaten i relation till objektets storlek.

Med tvådimensionella ritningar av de tre planen (nedre, central och övre) infogade i Pathfinder sammanfogades dessa med trappor enligt ritningar vad gäller position och mått. Dörrar mellan rum och ut från byggnaden sattes in och flöden för dörrar och trappor angavs.

I Figur 15 nedan syns en vy över Nedre Hallen i Pathfinder innan utrymningen startat.



Figur 15. Nedre Hallen Pathfinder

Profiler för att passa personer med olika förmågor vad gäller utrymning skapades enligt Bilaga 6, med tillhörande egenskaper och fördelning. Personer placerades ut gruppvis beroende på deras position och närhet till branden eller vissa specifika utgångar. Grupperna fick sedan en fördelning på vilken utgång eller utrymningsväg de var förväntade att använda, detta med hänsyn till beteende och forskning kring utrymning.

Persongrupper med olika fördelningar i form av axelbredd och gånghastighet användes och fördelades enligt statistik från ”Stockholms befolkning” vilket anses ge en god representation av folket i objektet (Statistiska Centralbyrån, 2012). Varseblivningstiden och reaktionstiden för personer specificerades samt fördelades beroende på var personerna befann sig i lokalen, det vill säga ifall de möjligtvis såg branden innan utrymningslarmet satte igång eller inte.

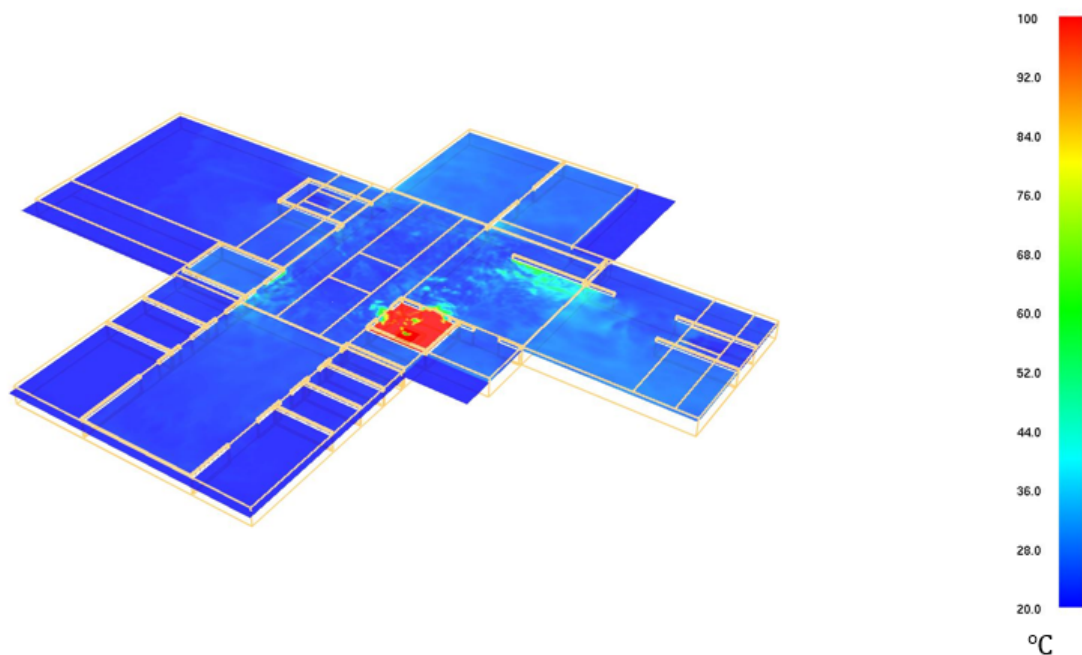
För komplett indata samt antaganden och förenklingar för utrymningssimulering, se Bilaga 6.

### 7.2 Resultat

Nedan sammanfattas de resultat som erhållits från simulering i Pyrosim/FDS och Pathfinder.

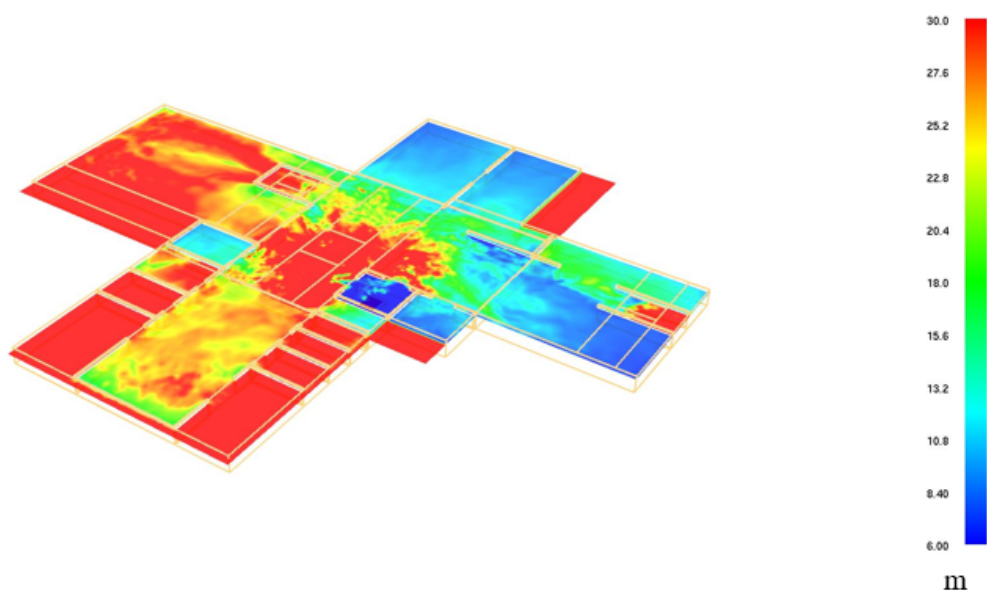
#### 7.2.1 Pyrosim och FDS

Enligt FDS överstiger aldrig temperaturen 60 °C utanför Pocket Shop på två meters höjd, vilket är långt ifrån kritisk temperatur vid utrymning. Temperaturen inuti butiken närmast brandhärden uppnår över 100 °C, vilket anses vara högst rimligt. I Figur 16 på nästa sida visas temperaturen i Nedre Hallen efter 236 sekunder, ingen kritisk temperatur uppnåddes utanför Pocket Shop.



Figur 16. Temperatur i Nedre Hallen efter 236 sekunder

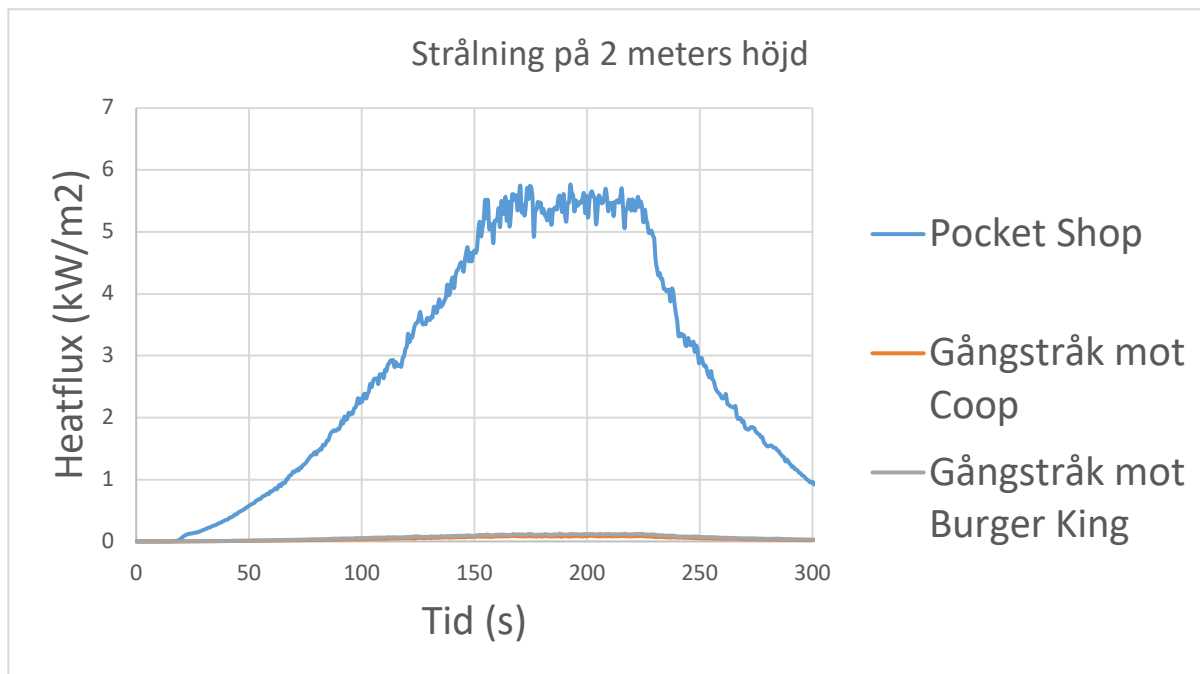
Efter 293 sekunder uppnåddes maximalt nedsatta siktförhållanden vilket demonstreras i Figur 17 nedan. Kritisk siktnivå bestämdes till 6 meter då detta var det maximalt uppmätta avståndet till närmsta vägg om man befann sig i mitten av Nedre Hallen. Det syns tydligt att en stor del av brandgaserna ventileras upp genom öppningen i taket, därav de goda siktförhållandena i det mittersta partiet i bilden nedan. Då öppningen från Pocket Shop är som störst åt höger, är det rimligt att större mängd brandgaser och sot samlas i högra delen av hallen. Kritisk sikt på 6 meter uppnåddes på ett par ställen, vilka tydligt framgår i bilden nedan.



Figur 17. Siktförhållanden Nedre Hallen efter 293 sekunder

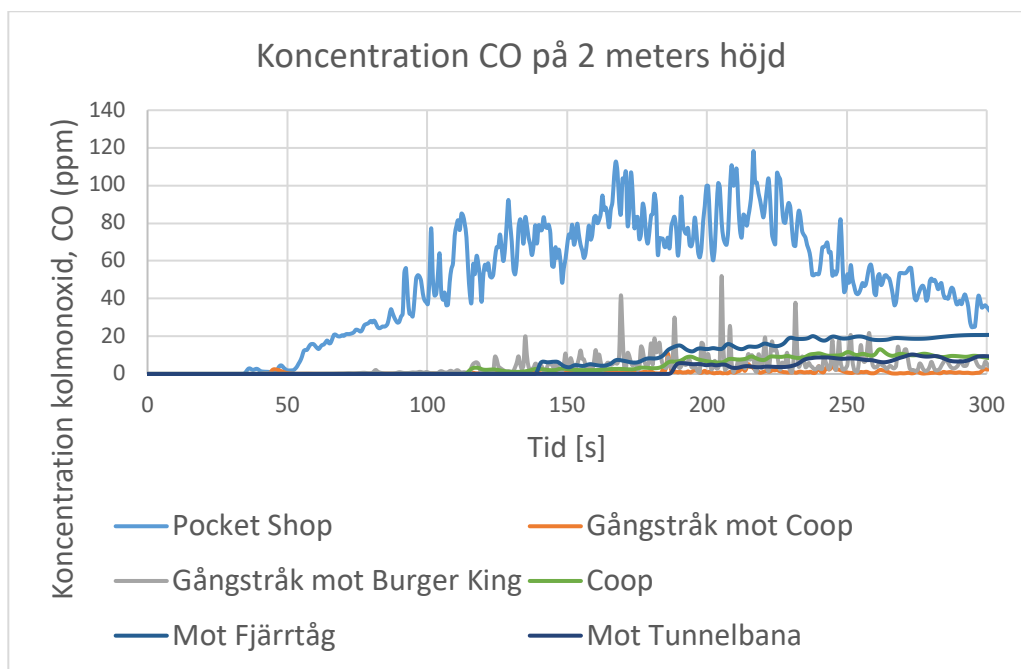


De utplacerade strålningsmätarna påvisar extremt låga strålningsnivåer utanför själva butiken. I butiken närmast branden uppgick strålningsintensiteten till maximalt cirka 5,7 kW/m<sup>2</sup> på två meters höjd, se Figur 18. Ingen strålning av kritisk nivå uppmättes utanför Pocket Shop.



Figur 18. Strålningsintensitet på 2 meters höjd, Nedre Hallen

Kolmonoxidhalten uppmättes på ett antal ställen i lokalen, också på två meters höjd. Det kritiska värdet sattes till 1500 ppm under tio minuters exponering, vilket de uppmätta värdena inte kommer i närheten av, se Figur 19. Återigen är de högsta värdena uppmätta inuti själva Pocket Shop.



Figur 19. CO-koncentration på 2 meters höjd, Nedre Hallen

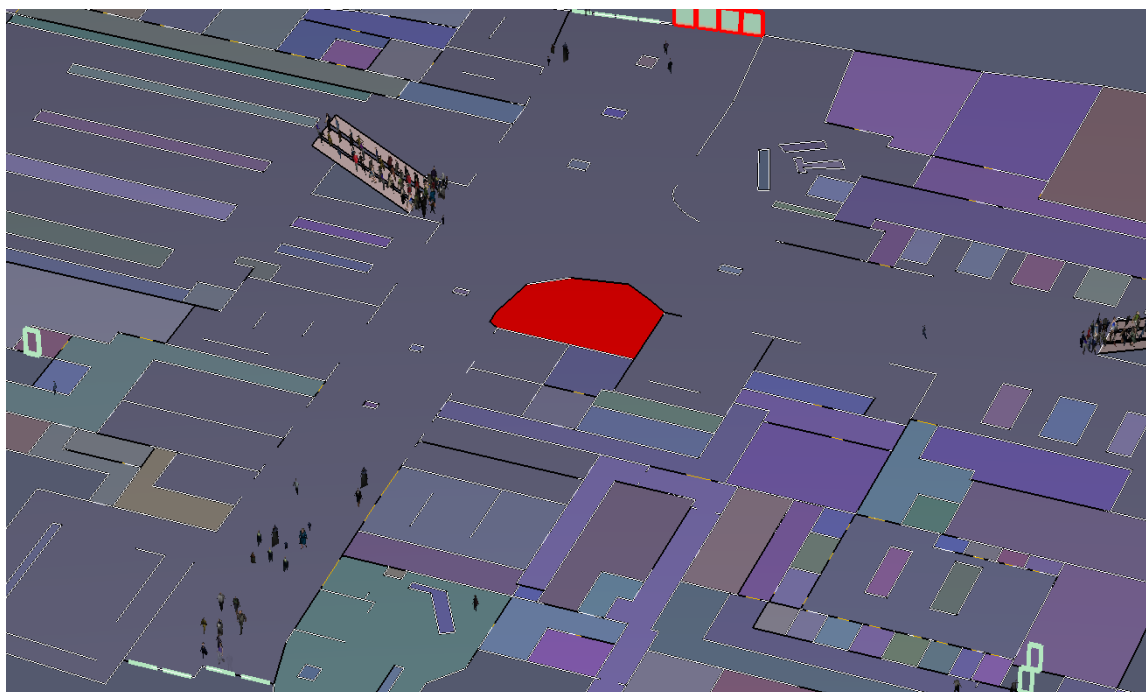
## 7.2.2 Pathfinder samt tid för utrymning

Nedan redovisas tiderna från utrymningssimuleringarna som utfördes i Pathfinder, resultaten jämförs sedan med tiderna till kritiska förhållanden från CFD-simuleringen, se Tabell 7. Utrymningstiden för hela Centralstationen uppgick till 7,4 minuter, men då ingen CFD-simulering utfördes på hela objektet finns ingen tid till kritiska förhållanden att jämföra med. För utrymningen av hela Nedre Hallen uppgick tiden för utrymning till 3,5 minuter, vilket gav en säkerhetsmarginal på 1,6 minuter. För "Endast kö Nedre Hallen", som innebar att de centrala områdena var utrymda och personer endast stod i kö i Nedre Hallen, uppgick utrymningstiden till 2,3 minuter, vilket gav en säkerhetsmarginal på 2,6 minuter.

Tabell 7. Säkerhetsmarginal på utrymningstid för Scenario A

	Utrymningstid	Tid till kritiska förhållanden	Säkerhetsmarginal
<b>Centralstationen</b>	7,4 min	Ej simulerat	-
<b>Nedre Hallen</b>	3,5 min	4,9 min	+1,6 min
<b>Endast kö Nedre Hallen</b>	2,3 min	4,9 min	+2,6 min

I Figur 20 nedan visas en bild av utrymningssimuleringen i Pathfinder på den uppskattade tiden för Endast kö Nedre Hallen för en av simuleringarna, det röda området representerar Pocket Shop där branden var belägen.



Figur 20. Exempel på utseende av tidsuppskattning för Endast kö Nedre Hallen

### 7.3 Känslighetsanalys

I både brandförlopps- och utrymningssimuleringarna fanns osäkerheter kring flertalet parametrar och indata. För att utreda hur variabiliteten hos dessa påverkar resultatet gjordes en känslighetsanalys för ett antal utvalda parametrar. Anledningen till att just dessa valdes ut var deras direkta negativa påverkan på utrymningsmöjligheten.

#### 7.3.1 Soot yield

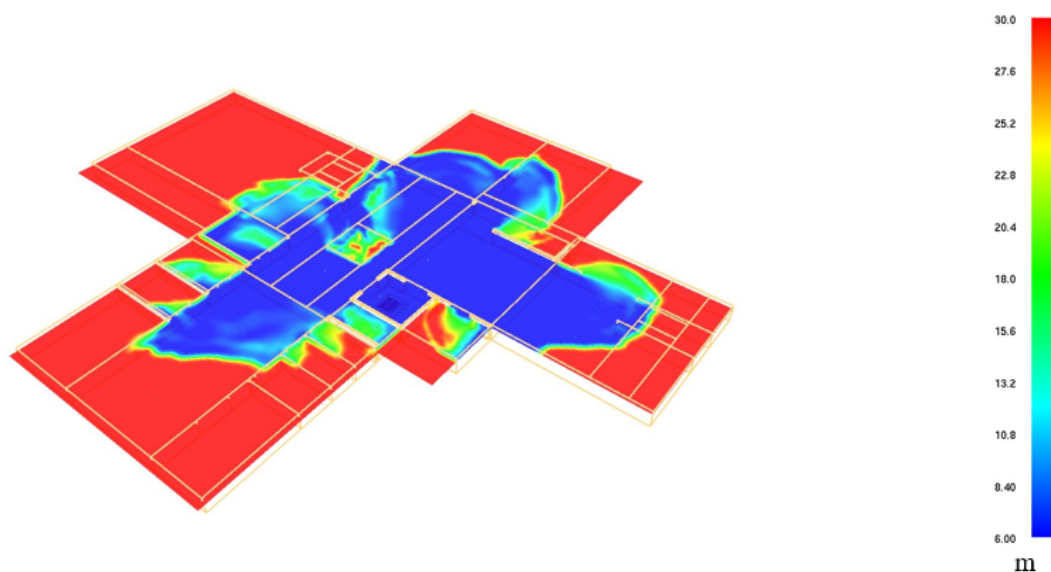
Då värdet på bränslets soot yield har stor inverkan på ett brandförlopps förmåga att producera kritiska siktförhållanden och eftersom det är väldigt svårt att få fram ett korrekt värde, var det givet att det skulle analyseras ytterligare i en känslighetsanalys. En större sotproduktion ger även upphov till högre värmestrålning och temperatur.

Eftersom det huvudsakliga bränslet i Pocket Shop utgjordes av cellulosa bestämdes värdet till 0,015 (Stacy & Edwards, 2016).

Det ursprungliga värdet, 0,015, gav inte upphov till kritiska siktförhållanden innan det att samtliga i byggnaden hunnit utrymma med god marginal. Vid ASET/RSET beräkningar ansågs ett soot yield-värde på 0,1 vara ett lämpligare och mycket mer konservativt värde att använda när exakt bränsle inte var möjligt att specificera (Vigne & Węgrzyński, 2016).

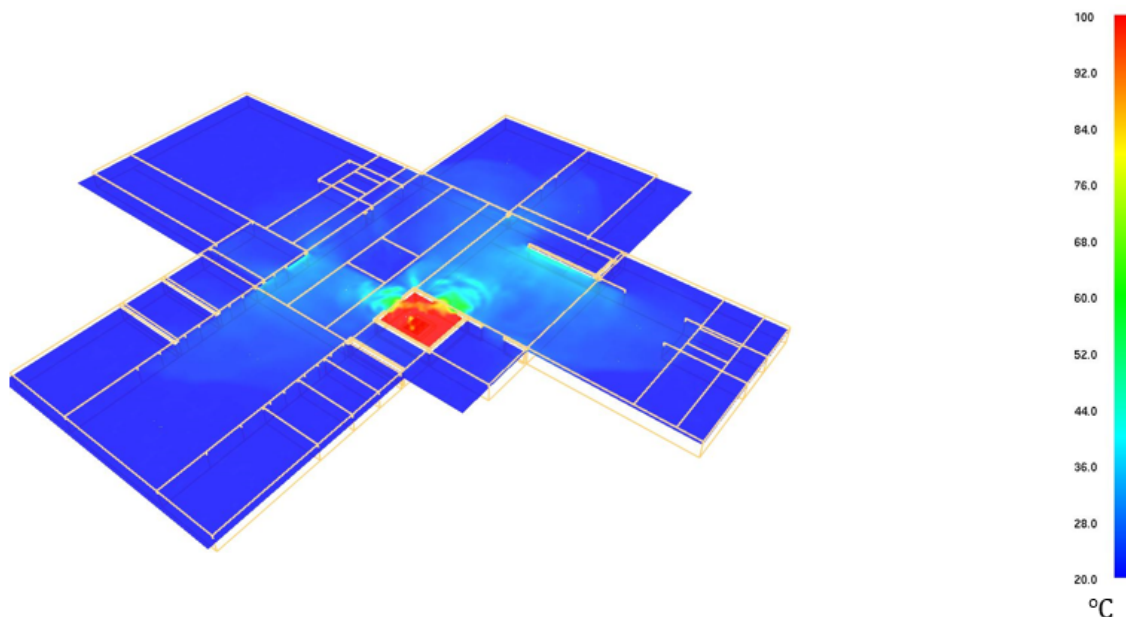
I den nya simuleringen, med högre soot yield, användes grövre meshar där cellstorlekarna ändrades till 0,5 och 0,25 meter. Anledningen till detta var tidsbrist och det totala antalet celler uppgick till 301 000 stycken, vilket krävde en väsentligt kortare simuleringstid.

Det nya soot yield-värdet gav extremt mycket sämre siktförhållanden på kort tid och kritiska förhållanden uppnåddes i Nedre Hallen innan alla personer hunnit utrymma. Siktförhållanden vid 137 sekunder visas i Figur 21 nedan. Blå färg representerar kritiska siktförhållanden, med andra ord 6 meter sikt. Kritiska förhållanden gällande sikt uppnås i stora delar av den Nedre Hallen.



Figur 21. Siktförhållanden vid 137 sekunder, Nedre Hallen

Temperaturfördelning vid 137 sekunder redovisas i Figur 22. Röd färg representerar 100 °C och blå 20 °C, inga kritiska temperaturer uppnås utanför butiken.



Figur 22. Temperaturfördelning efter 137 sekunder, Nedre Hallen

Som tidigare nämnts simulerades scenariot med den högre sotproduktionen med grövre mesh och kan därför ge mindre tillförlitliga resultat. Dock framgår det väldigt tydligt att en större soot yield försvårar utrymningsmöjligheten avsevärt.

I Tabell 8 nedan redovisas utrymningstiden från simuleringar att jämföra med de kritiska förhållandena för ökad sotproduktion, för förklaring av tabell se avsnitt Pathfinder samt tid för utrymning. Utrymningssimulering i Pathfinder

Tabell 8. Säkerhetsmarginal utrymning för känslighetsanalys

	Utrymningstid	Tid till kritiska förhållanden	Säkerhetsmarginal
<b>Centralstationen</b>	7,4 min	Inte simulerat	-
<b>Nedre Hallen</b>	3,5 min	2,3 min	-1,2 min
<b>Endast kö Nedre Hallen</b>	2,3 min	2,3 min	0 min

### 7.3.2 Utrymningstid

För att se hur mycket de olika parametrarna för indata till utrymningssimuleringarna påverkar slutresultatet utfördes en känslighetsanalys. Genom att parametrar som förväntades spela in på utrymningstiden varierades med troliga max- och minvärden samtidigt som de andra parametrarna behölls som i tidigare simuleringar. Data som varierades med deras ursprungliga-, min- och maxvärde visas i Tabell 9. För utförliga beräkningar och antaganden se Bilaga 7.

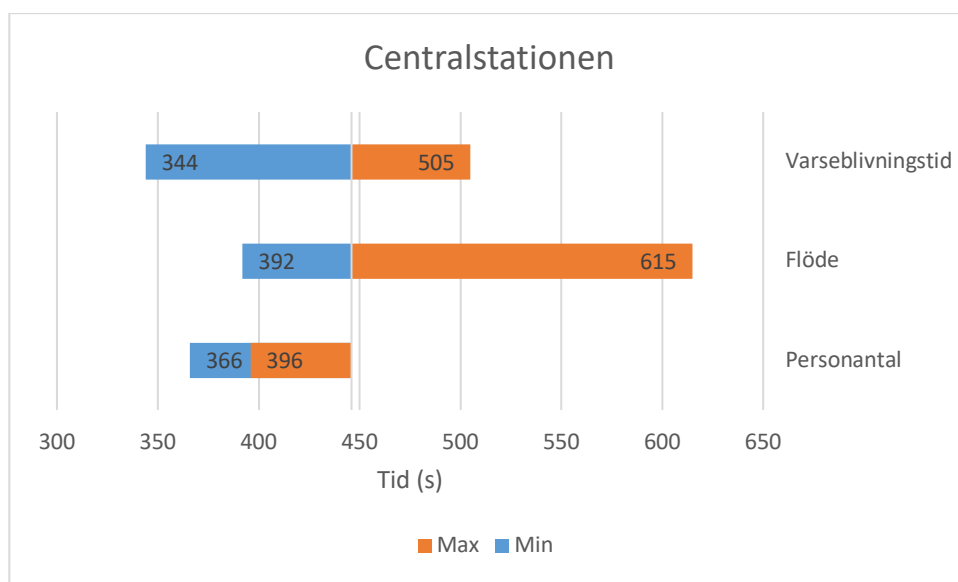
Parametrar som varierades:

- Personantal
- Flöde i dörrar och trappor
- Varseblivningstiden

Tabell 9. Parametrar som varierar i känslighetsanalys för utrymning

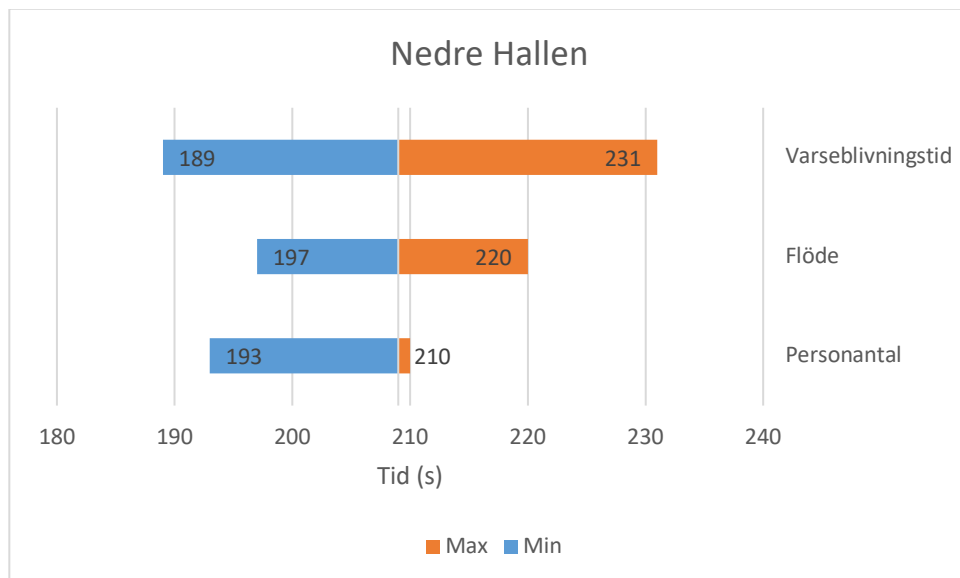
	Ursprungligt	Min	Max
<b>Personantal</b>	6651 st	4000 st	7000 st
<b>Flöde i kända dörrar och trappor</b>	1,1 person/(s×m)	0,75 person/(s×m)	Fritt flöde
<b>Varseblivningstiden</b>	25 s	10 s	50 s

Resultaten från känslighetsanalysen på utrymningen presenteras med tornadodiagram i Figur 23, Figur 24 och Figur 25. Diagrammen visar variationen för max- och minvärde som användes i simuleringarna. Utrymningstiden med minvärdet visas till vänster och har en blå färg, densamma för maxvärdet syns till höger i orange. Tillsammans skapar de ett spann med den totala förväntade variationen beroende på ändrad parameter, en lägre utrymningstid och därmed ett läge till vänster om den ursprungliga utrymningstiden (gränsen mellan blå och orange, där två vertikala streck kan ses) är fördelaktigt.



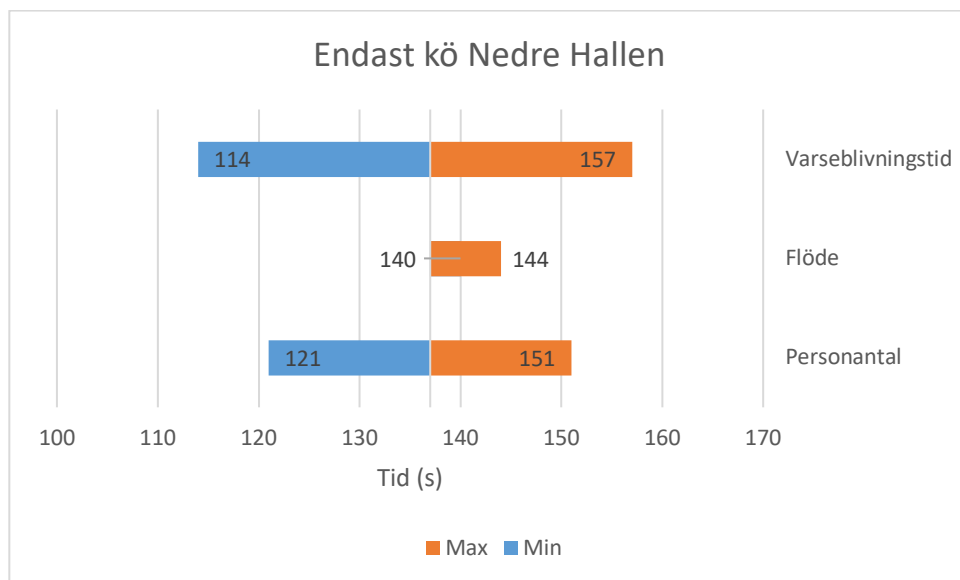
Figur 23. Tornadodiagram för känslighetsanalys, Centralstationen

För hela utrymningen av hela Centralstationen är flödet i dörrar och trappor den parameter som ger den längsta utrymningstiden, samtidigt är en sänkt varseblivningstid den parameter som ger den kortaste tiden.



Figur 24. Tornadodiagram för känslighetsanalys, Nedre Hallen

När det gäller utrymning av Nedre Hallen är det varseblivningstiden som ger den längsta totala utrymningstiden, för den kortare tiden är det dock svårt att åtskilja de tre parametrarna då resultaten blir likvärdiga.



Figur 25. Tornadodiagram för känslighetsanalys, Endast kö Nedre Hallen

Resultaten för utrymningen av Nedre Hallens centrala delar har personantal samt varseblivningstiden störst inverkan på en lång utrymningstid. På samma sätt har respektive parametrar störst betydelse för en kortare utrymningstid, flödet har här en väldigt liten inverkan på resultatens variation.

### 7.3.3 Spinkleraktivering

Ur ett brandhårdshämmande perspektiv är det automatiska sprinklersystemet det viktigaste brandskyddssystemet i Nedre Hallen. Tillförlitligheten för automatiska sprinklersystem i Sverige är cirka 92 % (Malm & Pettersson, 2008). Det finns alltså en liten risk att sprinklersystemet felfungerar och inte begränsar branden. Detta skulle få katastrofala följder då effektutvecklingen hade kunnat fortlöpa till 9,5 MW, vilket troligtvis skulle producera stora mängder brandgaser med sot och andra toxiska ämnen.

Den huvudsakliga anledningen till felfunktion anses vara bristfälligt underhåll samt installation.

## 7.4 Åtgärd nödutgångar

För att se hur ett ökat användande av nödutgångar i Nedre Hallen kan bidra till en kortare utrymningstid gjordes en analys med hjälp av ytterligare utrymningssimuleringar i Pathfinder

### 7.4.1 Utförande och indata

I Pathfinder användes samma uppställning och utplacering av personer som i tidigare simuleringar av scenariot. Det enda som ändrades var hur många av personerna i Nedre Hallen som tilldelades beteendet att utrymma via en av nödutgångarna. I tidigare simuleringar tilldelades cirka 2 % av personerna i Nedre Hallens allmänna utrymme att välja nödutgångar, denna siffra ökades nu till 10 %. Personerna som befann sig i Nedre Hallens avskilda lokaler (lager, fikarum och liknande) fick även de en ökning av samma storleksgrad, denna grupp är dock väldigt liten i relationen till de allmänna ytorna och förväntas inte ha någon nämnvärd inverkan på resultatet.

### 7.4.2 Resultat efter åtgärd

Resultaten från Pathfinder visade mindre skillnader i utrymningstid även efter åtgärden med högre användning av nödutgångar hade simulerats, se Tabell 10. Medelvärden av utrymningstiden för hela Nedre Hallen fick en ökning av 0,5 minuter jämfört med före åtgärden, vilket främst anses bero på den längre sträcka personer måste färdas genom utrymningsvägar för att lämna objektet samt slumpen av simuleringarna. För utrymningstiden när de centrala delarna av Nedre Hallen är utrymd och personer köar, visade simuleringarna att medeltiden för utrymning sänktes med 0,3 minuter.

Tabell 10. Utrymningstid före och efter ökad användning av nödutgångar

	Före åtgärd	Efter åtgärd	Differens
<b>Nedre Hallen</b>	3,5 min	4,0 min	+0,5 min
<b>Endast kö Nedre Hallen</b>	2,3 min	2,0 min	-0,3 min

Simuleringarna visade tydligt att köerna i trapporna var kortare samt att flödena i utrymningsvägarna ökade men detta medförde dock ingen större skillnad i utrymningstiden.

### 7.5 Slutsats och Diskussion

Sammanfattningsvis, angående scenariot i Nedre Hallen, anses objektet vara väl skyddat mot brand om ett scenario som detta skulle inträffa. Detta tack vare de konservativa valen av värden som gjorts i analysen, känslighetsanalysen av sotproduktionen samt en godtagbar lägre sikt vid kö under utrymningen.

Ett fungerande sprinklersystem är av största vikt för att kunna begränsa och släcka en brand i Nedre Hallens lokaler. Även en tidig upptäckt av branden är av stor betydelse för att personerna i Nedre Hallen ska bli varseblivna om densamma och snabbt ska kunna utrymma.

I följande avsnitt diskuteras resultaten och eventuella osäkerheter kring dessa för respektive analysmetod av Scenario A.

#### 7.5.1 Handberäkningar & DETACT

De inledande handberäkningarna gick främst ut på att få fram en dimensionerande brand. En brandeffekt på maximalt 10 MW ansågs rimlig för en brand i köpcentrum/offentlig samlingsplats (Staffansson, 2010). Det var svårt att uppskatta butikens exakta area från ritningarna då en del av butikens area var kvartscirkelformad. Butiksytan som uppmättes ihop med värdet på brandeffekten per arealenhet gav en brandeffekt på 9,5 MW vilket låg väldigt nära det rimliga maxvärdet. Med tanke på butikens stora mängd bränsle och sprinklersystemets tidiga aktivering, antogs inte branden sprida sig genom hela butiken. Därmed konstaterades det att branden inte begränsas av mängden bränsle.

När den sprinklerdämpade effekten beräknades användes det enkla programmet DETACT där sprinklernas RTI-värde och aktiveringstemperatur bestämdes till 50 respektive 68 °C (Molinelli, 2018). RTI-värdet fanns sedan innan i den bifogade brandskyddsdocumentationen och anses högst trovärdiga, 68 °C är standard. En potentiell felkälla hade kunnat vara brandens tillväxthastighet som antogs vara snabb (Staffansson, 2010). Om brandförloppets tillväxthastighet hade varit snabbare hade det lett till snabbare produktion av sot och brandgaser och därmed sämre förhållanden i form av framförallt sikt. Eftersom bränslet inte antogs innehålla en väsentlig mängd plastmaterial är det inte särskilt troligt att brandförloppet hade varit ”supersnabbt” utan snarare åt det ”medelsnabba” hållet. Slutsatsen om att den valda tillväxthastigheten var konservativ kan alltså konstateras.

#### 7.5.2 Pyrosim/FDS

Resultaten i Pyrosim/FDS påvisar ett nuvarande bra brandskydd så länge det installerade automatiska sprinklersystemet fungerar som det ska. Den huvudsakliga potentiella faran är de svåra siktförhållandena som uppstår efter viss tid. Dessa ogynnsamma siktförhållanden uppstår dock efter relativt lång tid när alla människor i Nedre Hallen hunnit utrymma säkert med god säkerhetsmarginal. Temperaturen utanför butiken översteg aldrig 60 °C på två meters höjd. Detta är långt ifrån det kritiska värdet på 100 °C. Att temperatur och sikt mättes på två meters höjd, var grundat på det faktum att majoriteten av befolkningens längd understiger denna höjd vilket gör det till ett konservativt antagande.



Valet av bränsle var väldigt svårt att specificera då butiken och dess inredning består av ett antal olika material. Eftersom Pocket shop är en bokhandel och bokhyllorna till största del består av trä valdes cellulosa som bränsle. I detta fall är det en välventilerad brand som inte producerar speciellt mycket giftiga gaser och sot. Soot yield sattes till 0,015 vilket i efterhand kan anses vara ett för lågt värde. Detta beror på den okända mängd plast och andra mer sotproducerande material som även kan tänkas ingå i brandförloppet. På grund av detta gjordes en känslighetsanalys där scenariot simulerades på nytt med en soot yield på 0,1. Sotproduktionen påverkas även av energimängden per massenhet för bränslet i fråga. Detta värde användes emellertid inte på grund av osäkerheten kring bränslets exakta karaktär, varför en effektuveckling per arealenhet istället användes. Detta kan ha givit upphov till en större eller mindre sotproduktion i simuleringarna.

Det är inte särskilt sannolikt att branden i fråga skulle producera en soot yield på 0,1 utan värdet borde ligga någonstans mellan de två simulerade värdena. Detta eftersom branden är bränslekontrollerad och på grund av det faktum att butiken inte innehåller en större mängd plastmaterial. Värdet 0,1 för soot yielden kan alltså ses som ett väldigt konservativt värde i sammanhanget.

Enligt strålningsmätarna var strålningen lägre under brandförloppet med den avsevärt högre sotproduktionen. Detta är omöjligt då en större mängd sot emitterar mer strålning och därigenom genererar högre temperatur. Anledningen till detta är med största sannolikhet skillnaden i cellstorlek, då strålningsberäkningarna blir mer exakta vid tätare mesh.

I den ursprungliga simuleringen användes en cellstorlek på 0,125 meter i den centrala meshen och 0,25 meter i de yttre resterande mesherna. Totala antalet celler uppgick till 2,4 miljoner vilket gav mer precisa resultat. I känslighetsanalysen däremot, användes en cellstorlek om 0,5 och 0,25 meter i samtliga mesher vilket gav ett totalt antal celler om cirka 300 000.

Anledningen till detta var som sagt tidsbrist. Resultaten och framförallt strålningsmätningarna kan alltså inte antas vara fullt tillförlitliga. Ingen av simuleringarna påvisade nämnvärda strålningsnivåer utanför butiken vilket gör det ovanstående mer eller mindre ointressant ur ett utrymningsperspektiv.

Det ovanstående kan också ha att göra med de ansatta strålningsvinklarna som i FDS är standardiserade till 104 stycken, vilket kan anses vara ett relativt litet antal jämfört med i verkligheten. Trots det låga antalet strålningsvinklar ansågs inte strålningen vara den parameter som utgjorde störst fara, utan detta stod sikt- och temperaturförhållandena för.

Gällande giftiga gaser såsom Kolmonoxid uppmättes inga koncentrationer i närheten av den kritiska, därför är det också av mindre betydelse.

Den absolut största skillnaden mellan den lägre och högre sotproduktionen var siktförhållandena. Redan efter 137 sekunder var sikten kraftig försämrad och förhållandena mycket sämre än den maximalt nedsatta sikten under simuleringen med soot yield = 0,015. Soten och de nedsatta siktförhållandena i sig innebär inte fara för livet i utrymnings-sammanhang utan det är den ökade exponeringen för toxiska gaser och strålning som ökar om den lämpliga utrymningstiden inte satisfieras.

### 7.5.3 Pathfinder och tid för utrymning

Resultaten för jämförandet mellan den ursprungliga CFD-simuleringen och utrymningssimuleringarna visade på en stor tillgänglig säkerhetsmarginal, då endast antydan till kritiska förhållanden uppstod långt efter hela Nedre Hallen var tömd på folk.

För den andra brandsimuleringen med ökad sotproduktion uppstod kritiska förhållanden klart mycket tidigare under brandförloppet. Detta i jämförelse med den tillgängliga utrymningstiden visar på en negativ eller icke existerande säkerhetsmarginal, den mest kritiska positionen var trapporna upp till Centralhallen som många väljer på sin väg till huvudentrén. Dels för att det blev köer i trapporna men framförallt för att de är placerade nära branden, de mest utsatta personerna stod därmed och väntade i en kö när de kritiska förhållandena nådde dem. Då det endast var siktkriteriet i scenariot som blev kritiskt utanför Pocket Shop, kan de utrymmande dock tänkas tolerera en kortare sikt med tanke på att de står i en kö, har personer framför sig samt kan orientera sig fram med hjälp av trapporna (Gunnarsson, 2003). Detta påstående stärks ytterligare då kriteriet för sikt var satt till 6 meter i Nedre Hallen, som är beräknat från den plats där personer förväntas ha längst sträcka till en närliggande vägg vilket är mitt i Nedre Hallen. Då ingen person befinner sig vid den positionen vid detta tillfälle och de har kortare sträckor till väggar och trappor, kan en sämre sikt accepteras.

Känslighetsanalysen av utrymningsparametrarna som varierades visade på lite skiftande resultat beroende på vilken del av objektet som var utrymd. Den mest väsentliga för scenariot anses vara när området utanför butiken är tom och personerna i närheten endast står i kö. Diagrammet för "Endast kö Nedre Hallen" visar att varseblivningstiden är den parameter som ger mest variation på utrymningstiden närmast branden, se Figur 25. Intressant här är att flödet inte har någon stor betydelse, vilket kan tyda på att köerna i trapporna startar uppe i Centralhallen eller att gånghastigheten på de utrymmande snarare är begränsande. Med hänsyn till detta är det väldigt viktigt att få personer uppmärksammade om branden i ett tidigt skede för att säkerställa en snabb utrymning.

Förenklingar, antaganden samt indata till utrymningssimuleringarna är av stor vikt för resultatet och det är även viktigt att framhäva betydelsen av att köra flera simuleringar av samma scenario. Då all använd indata varierades enligt lognormal-fördelning förväntas denna ta upp den verkliga variationen på objektet på ett bra sätt. Det mest väsentliga antagandet anses vara valet av utgång, det påverkar utrymningstiden mycket och är svårt att verifiera. Utgångarna valdes framförallt efter var personer förväntades ha kommit in i lokalen, genom kända dörrar samt att personer agerar efter vissa sociala aspekter. Det kan hända att en utrymningsövning för objektet visar på andra resultat, men med tanke på de konservativa valen som gjorts under simuleringarna borde de kunna användas som jämförelse. Då majoriteten av personerna, främst i Nedre Hallen, ständigt rör sig på väg till ett bestämt mål, ansågs en kortare varseblivningstid samt en snabbare gånghastighet kunna användas.

Användandet av nödutgångar antogs för Nedre Hallens allmänna utrymnen till cirka 2 %, en ökad användning av nödutgångar borde kunna snabba på utrymningen avsevärt. Men

simuleringar som kördes i Pathfinder med en ökad siffra till 10 %, gav inte några nämnvärda skillnader i utrymningstider. Ett ökat användande av nödutgångar förväntas trots detta vara till stor fördel vid utrymning, framförallt då personer oftast väljer att inte använda dessa av olika anledningar.



## 8. Scenario B - Brand i Centralhallen

Då Centralhallen ofta innehåller mycket brännbart material i form av resenärers bagage, tillfälliga marknadsstånd eller dylikt kommer man i detta scenario kolla på en större brand. Brandens placering i hallen har ingen betydelse för de beräkningar som kommer att göras.

### 8.1 Tillvägagångssätt

För detta scenario kommer rökfyllnadsberäkningar att genomföras. Vid beräkningarna noteras rökgaslagrets höjd samt brandgaslagrets temperatur. För att se parametrarnas inverkan på resultaten görs en känslighetsanalys. Utifrån de resultat som fås fram samt utifrån känslighetsanalysen görs sedan en bedömning av huruvida detta scenario kräver åtgärder eller inte.

#### 8.1.1 Beräkningar

Vid beräkningar av rökfyllnad kommer Thomas-plymen att användas då brandens storlek beaktas. För att göra en jämförelse kommer även Zukoski-plymen att användas då denna tar andra parametrar i beaktning även om den inte är optimal för stora bränder. Vid genomförandet av rökfyllnadsberäkningarna behövs indata till ett antal parametrar så som brandens effektutveckling, omgivningstemperatur, material, rummets volym samt tid.

Brandens effektutveckling sattes till 10 MW då det skulle motsvara en större brand sett till rummets volym. Detta värde kommer från en effektutveckling per arealenhet för shoppingcenter som är satt till 250 kW/m<sup>2</sup>(källa). Brandens storlek blir då 40 m<sup>2</sup>. Omgivningstemperaturen ansattes till 20 °C vilket anses vara ett rimligt antagande.

Rummet i helhet innehåller flertalet olika material men för beräkningarna antas materialet vara uteslutande av betong. Detta antagande anses inte ha stor påverkan på resultatet då övriga material har liknande värden på materialegenskaperna. Materialets tjocklek ansattes till 0,2 meter vilket anses vara rimligt. Rummets dimensioner ansattes till 90×20×12 meter efter uppskattningar utifrån ritningar som tillhandahållits. Höjden är uppmätt med lasermätare under platsbesök men då taket är bågformat togs en medelhöjd fram.

Tiden ansattes till 10 minuter eftersom alla som kan tänkas bli berörda av branden antas ha kunnat utrymma efter denna tid.

I Tabell 11 nedan redovisas använda parametrar beräkningarna som utfördes.

Tabell 11. Använda parametrar för beräkningar

Parameter	Värde	Enhet	Kommentar
$g$	9,81	m/s <sup>2</sup>	Gravitationskonstanten
$c_p$	1	J/kgK	Specifik värmekapacitet för luft
$\rho_a$	1,2	kg/m <sup>3</sup>	Luftens densitet vid 20 °C
$kpc$	2×10 <sup>6</sup>	W <sup>2</sup> s/m <sup>4</sup> K <sup>2</sup>	Materialegenskaper för betong*

$\alpha$ (k/pc)	$5,7 \times 10^{-7}$	m <sup>2</sup> /s	Termisk diffusivitet för betong*
$\dot{V}_e$	30	m <sup>3</sup> /s	Kapacitet för brandgasventilation

Beräkningsgång för rökfyllnad

1. Gissa  $z$
2. Beräkna  $\dot{m}$  med vald plymmodell
3. Beräkna  $T_g$  med ekvation 13
4. Beräkna  $\rho_g$  med ekvation 14
5. Beräkna  $\dot{m}_e$  med ekvation 15
6. Kontrollera om  $\dot{m} = \dot{m}_e$ , om inte, återvänd till steg 1.

## 8.2 Resultat

Resultaten av temperatur och rökgaslagrets höjd beroende på vald plymmodell redovisas i Tabell 12 nedan. Thomasplymen ger här en betydligt högre höjd för rökgaslagret medan temperaturen jämför med Zukoski är densamma.

Tabell 12. Resultat beroende på vald plymmodell

Plymmodell	Rökgaslagrets höjd [m]	Temperatur [°C]
<i>Zukoski</i>	5,8	66,8
<i>Thomas</i>	3,8	66,7

## 8.3 Känslighetsanalys

För att kontrollera de olika parametrarnas inverkan gjordes en enkel känslighetsanalys. Då beräkningarna gjordes i Excel var det enkelt att ändra en parameter och se hur resultatet påverkades. Eftersom rökgaslagrets höjd,  $z$ , uppnås vid steady state studerades huruvida temperaturen varierades då  $z$  hålls konstant. Följande analys görs därför vid  $z=5,8$  meter för Zukoski-modellen och vid  $z=3,8$  meter för Thomas-modellen. Följande parametrar kontrollerades:

**Effekt** – Denna parameters ursprungsvärde var en effekt 10 MW. Vid analysen observerades resultatet av ett värde på 1 MW respektive 100 MW.

**Brandens omkrets** – Denna parameters ursprungsvärde var en omkrets på 22,5 m. Vid analysen observerades resultatet av ett värde på 2,25 m respektive 225 m. Denna parameter är endast applicerad på Thomas-plymen.

**Rummets dimensioner** – Denna parameters ursprungsvärde var en area på 1800 m<sup>2</sup>. Vid analysen observerades resultatet av ett värde på 180 m<sup>2</sup> respektive 18 000 m<sup>2</sup>.

**Materialegenskaper** – Denna parameters ursprungsvärde var 2000 kW<sup>2</sup>/s/m<sup>4</sup>K<sup>2</sup>. Vid analysen

observerades resultatet av ett värde på  $200 \text{ kW}^2\text{s}/\text{m}^4\text{K}^2$  respektive  $20\,000 \text{ kW}^2\text{s}/\text{m}^4\text{K}^2$ .

**Tid** – Denna parameters ursprungsvärde var 10 min. Vid analysen observerades resultatet av ett värde på 1min respektive 100 min.

Tabell 13 Variation av parametrar, känslighetsanalys nedan redovisar de värden som används för analysen.

Tabell 13 Variation av parametrar, känslighetsanalys

Parameter	Minvärde	Uppskattat värde	Maxvärde
<i>Effekt [MW]</i>	1	10	100
<i>Brandens omkrets [m]</i>	2,25	22,5	225
<i>Rummets dimensioner [m<sup>2</sup>]</i>	180	1800	18 000
<i>Materialegenskaper [<math>\text{kW}^2/\text{m}^4\text{K}^2</math>]</i>	200	2000	20 000
<i>Tid [min]</i>	1	10	100

På liknande vis studerades huruvida rökgaslagrets höjd, z, varierade då steady state uppnåtts genom att variera följande parametrar:

**Effekt** – Denna parameters ursprungsvärde var en effekt 10MW. Vid analysen observerades resultatet av ett värde på 1MW respektive 100MW. Denna parameter är endast applicerad på Zukoski-plymen.

**Brandens omkrets** – Denna parameters ursprungsvärde var en omkrets på 22,5m. Vid analysen observerades resultatet av ett värde på 2,25m respektive 225m. Denna parameter är endast applicerad på Thomas-plymen.

Tabell 14 Variation av parametrar för rökgaslagrets höjd nedan redovisar de värden som används för analysen.

Tabell 14 Variation av parametrar för rökgaslagrets höjd

Parameter	Min	Uppskattat värde	Max
<i>Effekt [MW]</i>	1	10	100
<i>Brandens omkrets [m]</i>	2,25	22,5	225

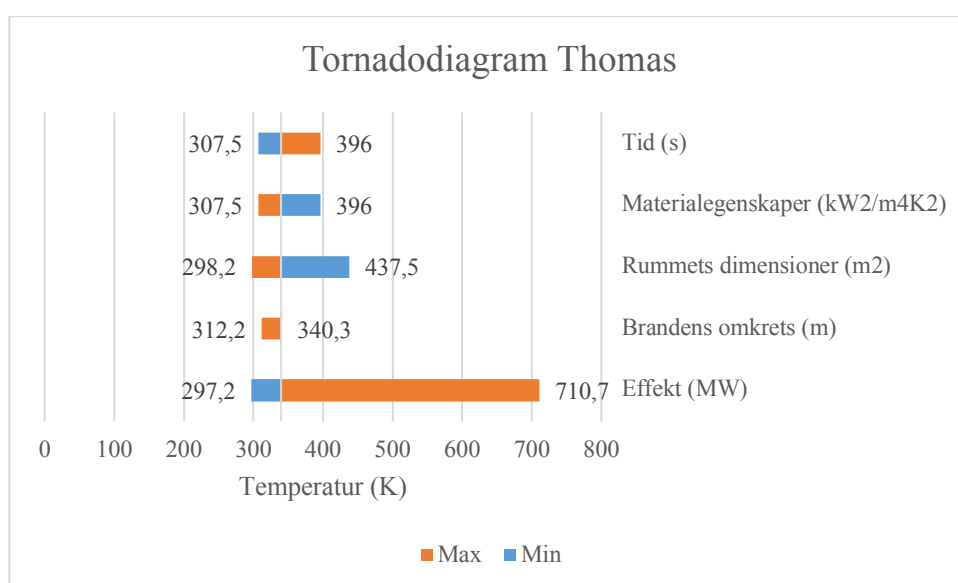
### 8.3.1 Resultat

Tabell 15 Temperaturen beroende av parametrarnas variation nedan visar hur temperaturen påverkas för minvärde och maxvärde på de olika parametrarna med Thomas-plymen då  $z=3,8\text{m}$ .

Tabell 15 Temperaturens beroende av parametrarnas variation

Parameter	Min [K]	Uppskattat värde [K]	Max [K]
<i>Effekt</i>	297,2	334,8	710,7
<i>Brandens omkrets</i>	340,3	334,8	312,2
<i>Rummets dimensioner</i>	437,5	334,8	298,2
<i>Materialegenskaper</i>	396,0	334,8	307,5
<i>Tid</i>	307,5	334,8	396,0

Figur 26 nedan beskriver de olika parametrarnas inverkan på resultatet i förhållande till varandra.



Figur 26. Tornadodiagram av känslighetsanalys, Thomas-plym

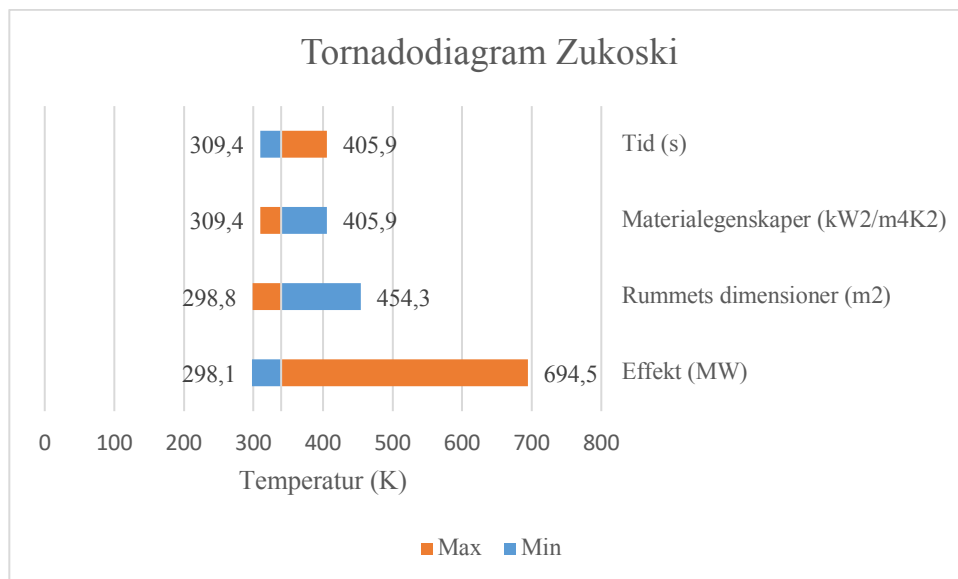
Tabell 16 Temperaturpåverkan, Zukoski-plym nedan visar hur temperaturen påverkas för minvärde och maxvärde på de olika parametrarna med Zukoski-plymen då z=5,8 meter.

Tabell 16 Temperaturpåverkan, Zukoski-plym

Parameter	Min [K]	Uppskattat värde [K]	Max [K]
<i>Effekt</i>	298,1	339,8	694,5
<i>Rummets dimensioner</i>	454,3	339,8	298,8
<i>Materialegenskaper</i>	405,9	339,8	309,4
<i>Tid</i>	309,4	339,8	405,9



Figur 27 nedan beskriver de olika parametrarnas inverkan på resultatet i förhållande till varandra.



Figur 27. Tornadodiagram över temperaturvariation, Zukoski-plym

Tabell 17 nedan visar hur rökgaslagrets höjd varierar av de olika parametrarna.

Tabell 17 Rökgaslagrets höjd beroende på varierande parametrar

Plymmodell	Min [m]	Uppskattat värde [m]	Max [m]
<b>Zukoski</b> <b>(Effektutveckling)</b>	9,3	5,8	3,7
<b>Thomas</b> <b>(Brandens omkrets)</b>	12+	3,8	0,8

## 8.4 Diskussion

För detta scenario anses Thomas-plymen vara den bäst passande plymmodellen med tanke på brandens storlek. Med hänsyn till osäkerheterna i resultaten för handberäkningar gjordes en kontroll i form av en andra plymmodell, Zukoski-plymen. Personer som befinner på markplan i Centralhallen kommer inte att påverkas av brandgaserna då resultaten visar på att brandgaslagret stabiliseras på 3,8 meter för Thomas-plymen respektive 5,8 meter för Zukoski-plymen. Det är rimligt att resultaten från de två plymmodellerna skiljer sig åt då Thomas-plymen tar brandens storlek i beaktning medan Zukoski antar en punktkälla.

Beräkningarna påvisar en temperaturökning på 40 °C i brandgaslagret. Eftersom denna beräkning antar en tvåzonsmodell där brandgaserna antas spridas homogent i två skikt över volymen kommer lokala skillnader att försummas i beräkningarna. Däremot är det viktigt att beakta dem högre gastemperaturerna som kan uppstå lokalt då gaserna aldrig kommer vara homogent blandade i verkligheten. Detta bör inte vara ett problem med tanke på att

brandgaserna stabiliseras på en höjd över 2,0 meter. Endast entresolplanet mot övre hallen och det café som finns lokaliserat där kan förväntas påverkas av brandgaser och temperatur. Från entresolplanet kan man överskåda hela Centralhallen. Detta möjliggör att folk som sitter på caféet kan detektera en brand i Centralhallen på egen hand. Vidare får man ta i beaktning den personal som finns på plats i caféet som tillsammans med väktare kan hjälpa till att vägleda personer rätt vid en utrymning. Slutligen får man inte glömma att hela byggnaden är utrustad med ett talat utrymningslarm. Med hänsyn till det begränsade utrymmet och dess utformning med dörrar direkt ut till de fria bör detta inte vara ett problem.

Känslighetsanalysen visar att effekten var den parameter som hade störst påverkan på gastemperaturen,  $T_g$ . Eftersom det är svårt att uppskatta vilken effektutveckling som kan förväntas uppstå i en lokal som Centralhallen där det finns ett stort antal brännbara material av varierande sort observeras en stor osäkerhet kring denna parameter. Den brand som studeras med en effektutveckling på 10 MW bör ligga i övre kant av vad som kan tänkas vara troligt på grund av att räddningstjänsten kan väntas vara på plats inom 10 minuter från detektion.

Den parameter som påverkade temperaturen näst mest var Rummets dimensioner som visade sig ha en märkbar inverkan på temperaturen. Då det endast är Centralhallen som studeras vid rökfyllnadsberäkningar kommer dimensionerna förbli konstanta och därmed vara en säker parameter.

För beräkningarna anses materialet i väggarna vara av betong. Detta ansågs rimligt då mycket av materialet är av betong. Taket i Centralhallen var mestadels gjort av glas men då materialegenskaperna för glas och betong var väldigt snarlika ansågs det vara acceptabelt att betrakta även taket som betong (Karlsson & Quintiere, 1999). Vidare kan man observera att Materialelegenskaperna är fullständigt korrelerade med Tiden. Detta kan tydligt ses av deras placering i ekvationen för  $h_k$ .

När värmeövergångstalet,  $h_k$ , beräknas krävs det att tjockleken på materialet specificeras. Detta för att beräkna  $t_p$  som sedan bestämmer vilken ekvation  $h_k$  beräknas med. Tjockleken ansattes till 0,2 meter för dessa beräkningar då tjockleken varierar och den i många fall är större än 0,2 meter. Dock genomfördes en kontroll där tjockleken ansattes till 0,04m vilket skulle återspegla glastaket. I båda fall visade resultatet att  $h_k$  skulle beräknas enligt ekvation

$$h_k = \sqrt{\frac{k\rho c}{t}}$$

Brandens omkrets var den parameter som hade minst påverkan på resultatet. Detta är rimligt då känslighetsanalysen endast analyserade en parameter i taget. I verkligheten kommer brandens omkrets att korrelera med effektutvecklingen men för analysen är den konstant.

## 9. Scenario C - Tågbrand

Utanför Norra Hallen på Centralstationen finns i nära anslutning ett antal spår placerade under tak. I detta scenario kommer en designbrand av ett tåg placeras på spår 4, vilket är närmast Norra Hallen för att se hur effekterna kan bli inne på Centralstationen vid händelse av en brand i tåg. I Figur 28 nedan visas en översiktbild över spår 4 i riktning mot ingången till Norra Hallen.



Figur 28 Översiktspå spår 4

Dörrarna in till Norra Hallen är konstruerade i glas, likaså fasaden. Figur 29 nedan visar närmare hur ingången ser ut.



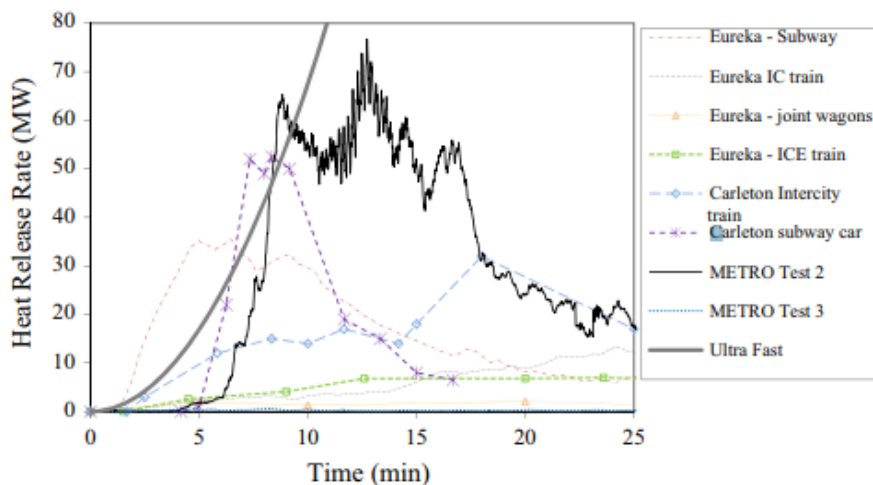
Figur 29 Bild av dörrarna in mot Norra Hallen

### 9.1 Tillvägagångssätt

För att analysera detta scenario behövdes först information och indata av vissa parametrar. Först och främst behövdes en dimensionerande brand för ett tåg likt de som kan tänkas uppstå på Centralstationen. En förenklad geometri byggdes upp i FDS för att kunna få fram möjlig påverkan på människor som befinner sig inne i byggnaden. Temperaturen var den parameter som främst studeras då den ansågs vara mest kritisk. Detta eftersom gastemperaturer över 300 °C längs med glasfasaden kan få glaset att spricka och därmed släppa in rök i byggnaden (Babrauskas, 2010). Utifrån de resultat som erhålls görs sedan kvalificerade bedömningar av huruvida det befintliga brandskyddet är tillräckligt eller inte.

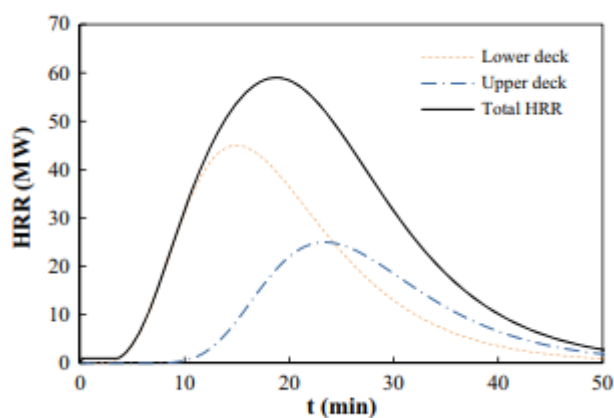
## 9.1.1 Dimensionerande brand

Från experiment har ett antal effektkurvor tagits fram för olika typer av tåg som brinner vilka visas i Figur 30 (Ingason & Li, 2014).



Figur 30. Effektkurvor över tågbränder

I samma undersökning togs effektkurvan fram för ett dubbeldäckståg. Denna visas i Figur 31 nedan.



Figur 31. Effektkurvor över dubbeldäckståg

Av de tågtyper som testats anses Intercity-tågen och Dubbeldäckståg vara mest snarlika de som finns på centralstationen i Stockholm. Eftersom Dubbeldäckståget uppnår högst effektutveckling var detta effektkurvan som användas i simuleringen då brandskyddet anses klara de andra tågbränderna också om det kan klara av en brand i ett tåg av denna typ. Det är viktigt att förstå att dessa kurvor endast gäller en tågvagn och vanligtvis kan ett tåg bestå av 2 – 6 hopkopplade vagnar. För detta scenario kommer dock endast en vagn brinna då det är mindre troligt att en brand skulle spridas så pass snabbt mellan två vagnar. Den andra tågvagnen är dessutom placerad längre ifrån de kritiska områdena av byggnaden och hade därmed inte haft en större betydande inverkan på resultaten även om spridning hade skett.

För att ge en bild av hur de olika tågtyperna ser ut visar Figur 32 nedan ett Intercity-tåg och Figur 33 nedan visar ett Dubbeldäckståg.



Figur 32. Intercity-tåg

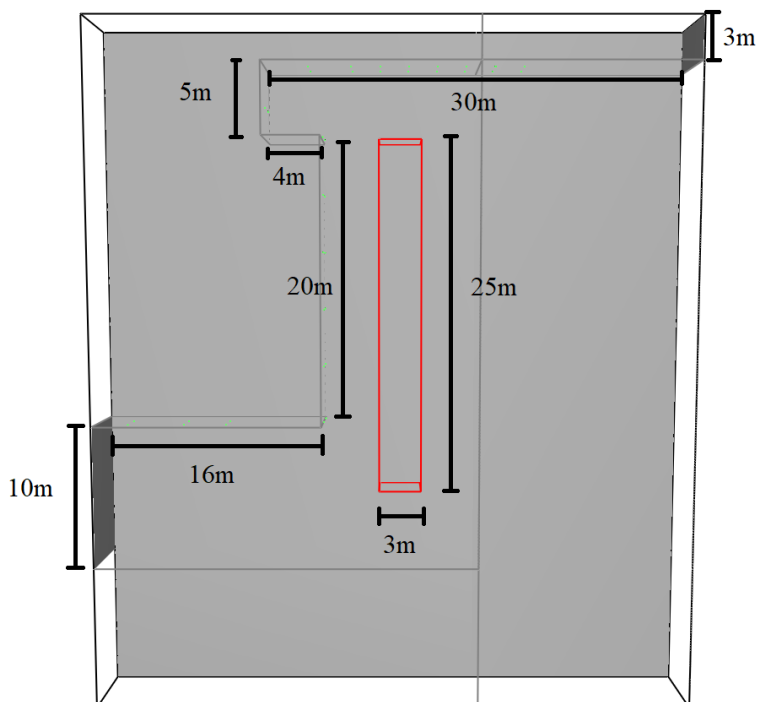


Figur 33. Dubbeldäckståg

Då det setts att ett brinnande tåg producerar en stor mängd rök ansågs det vara rimligt att ansätta Soot Yield till 0,1 för detta scenario.

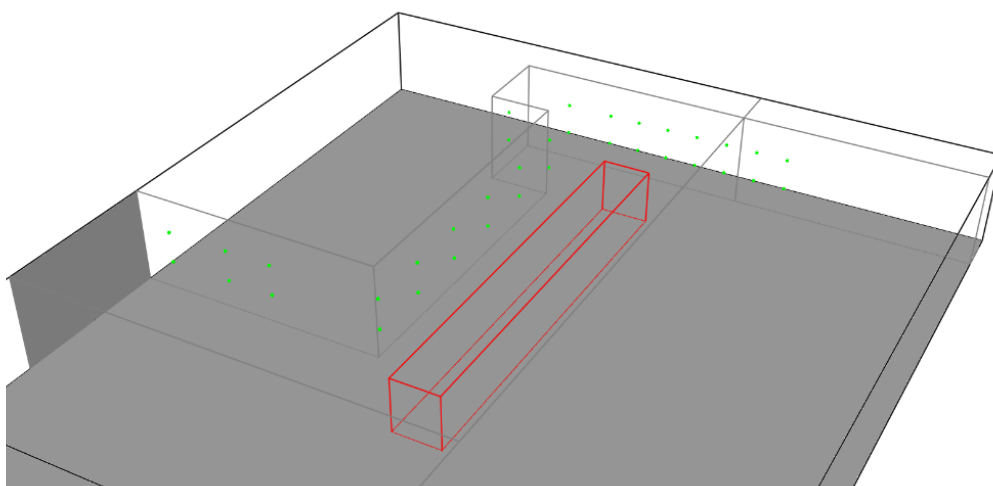
### 9.1.2 Simulering i FDS

En förenklad geometri av utgången från Norra Hallen mot spårområdet samt det närmsta spåret, spår 4 med en del av omgivningen skapades i FDS. De mått som användes för simuleringen kan observeras i Figur 34 på nästa sida. Den röda rektangeln visar placeringen av tåget samt dess storlek. Resterande mått gäller de delar av byggnadens fasad som varit aktuell för simuleringen. Slutligen sattes de yttre gränserna av geometrin till öppna.



Figur 34. Geometri från FDS över spårområdet Norra Hallen

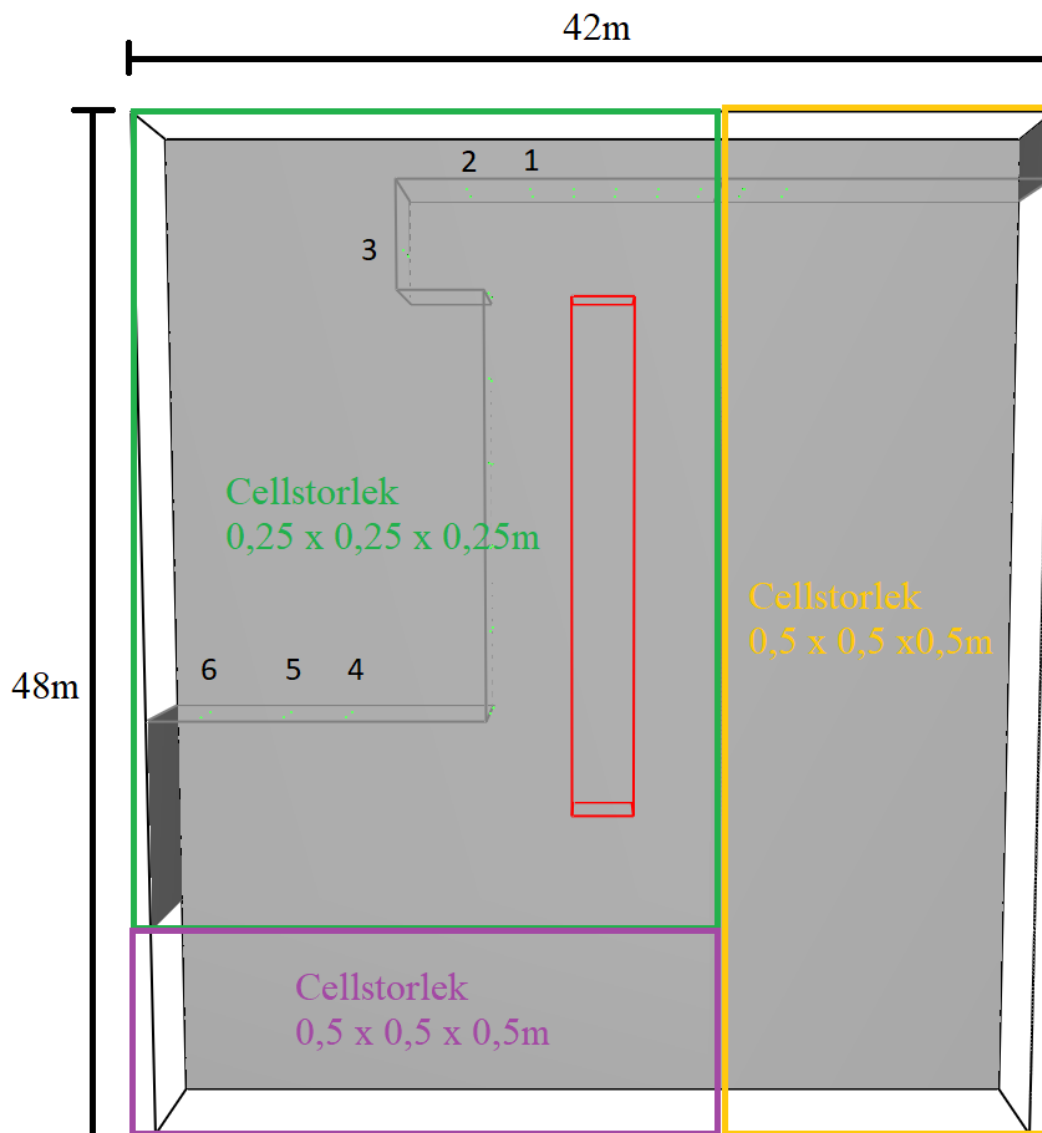
Fasaden ansattes i simuleringen till glas då största delen bestod av glas i verkligheten, däremot fanns en vägg av betong eller tegel bakom glasfasaden som går parallellt med spåret. Devices för att mäta gastemperatur placerades längs med fasaden samt där dörrar finns placerade på två olika höjder, 3,9 meter och 1,9 meter. Detta kompletterades med två Boundary files för att mäta väggtemperaturer samt infallande strålning. För gastemperaturen placerades Slice files genom tåget och längs med den vägg som är vinkelrät mot spåret. I Figur 35 nedan visas de devices i form av gröna prickar som placerats längs med fasaden.



Figur 35. Utplacering av devices

Effektutvecklingen simulerades som en RAMP av en något förenklad version av effektutvecklingskurvan som tagits fram experimentellt, se Figur 31. Soot yield ansattes till 0,1 och bränslet antogs vara PUR vilket producerar en relativt stor mängd sot. Då det brännbara materialet i tåg främst består av plaster ansågs det vara acceptabelt att ansätta bränslet till PUR.

En fin mesh placerades runt brandkällan och de delar av byggnaden som är av intresse. Längre ut i modellen finns istället två mesher där cellstorlek motsvarar medium då det inte är några ytor av större intresse resultatmässigt. Enligt ekvation 16 motsvarar den fina meshen en storlek på 0,25 meter och medium 0,5 meter. Figur 36 nedan visar de olika meshernas placering samt totala mått på området som simulerats och placering av dörr 1–6.



Figur 36 Bild över meshgränser, cellstorlek och dörrarnas placering

Simuleringstiden ansattes till 14 minuter och 30 sekunder då räddningstjänsten förväntas vara på plats inom 10 minuter från detektion och 4 minuter och 30 sekunders buffert gavs för tid

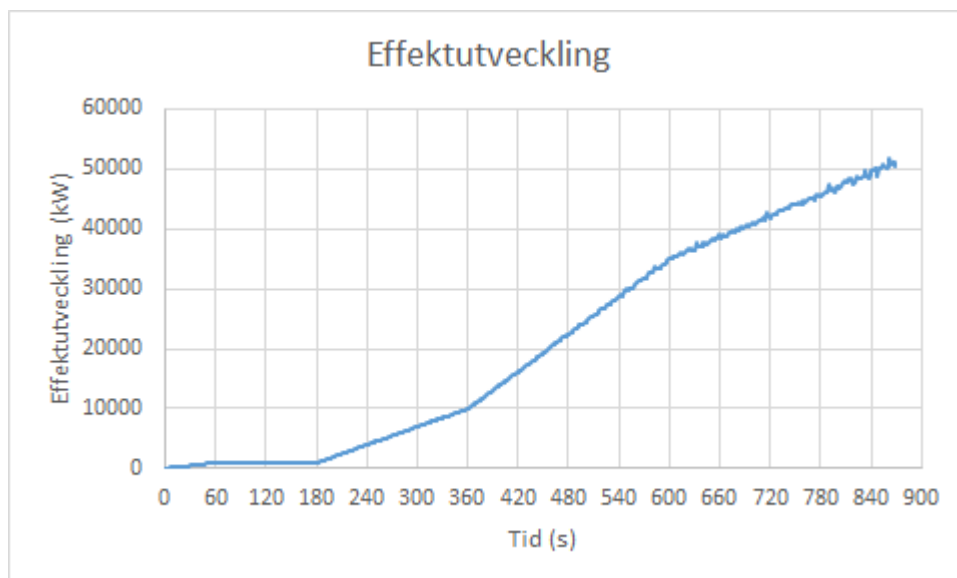


till detektion. Även om det tar tid att släcka en brand av denna storlek kommer åtgärder att vidtas för att förmildra eventuella konsekvenser invändigt.

För fullständig FDS-kod se Bilaga 10.

## 9.2 Resultat

**I Error! Reference source not found.** nedan redovisas effektkurvan från CFD-simuleringens utdata.



Figur 37. Effektutveckling tågbrand, FDS utdata

Nedan i Tabell 18 Uppmätta gastemperaturer från CFD-simulering, vinkelrätt med spår 4 visas de gastemperaturer som uppnåtts på höjderna 3,9 meter och 1,9 meter vid väggen som går vinkelrätt med spår 4.

Tabell 18 Uppmätta gastemperaturer från CFD-simulering, vinkelrätt med spår 4

Vinkelrät vägg	Temperatur Hög	Temperatur Låg
1	306,7	23,0
2	302,8	20,0
3	302,4	18,6
4	246,7	18,0
5	129,8	17,5
6	57,8	17,0

Nedan i Tabell 19 Uppmätta gastemperaturer från CFD-simulering, dörrar utmed spår 4 visas de gastemperaturer som uppnåtts på höjderna 3,9m och 1,9m vid de olika dörrarna utmed spår 4.

Tabell 19 Uppmätta gastemperaturer från CFD-simulering, dörrar utmed spår 4

Dörr	Temperatur Hög	Temperatur Låg
1	279,9	25,1
2	270,2	25,5
3	221,9	20,3
4	19,1	17,8
5	18,5	17,7
6	24,5	17,9

### 9.3 Känslighetsanalys

Parametrar som förväntas variera är:

- Effektutveckling
- Strålningsfraktion
- Soot yield
- Tmp front
- Cellstorlek

Av de parametrarna som nämns ovan är effektutvecklingen den parameter som anses ha störst inverkan på resultatet. Effektutvecklingen kan påverkas om andra tåg står på spåret bredvid och brandspridning sker. En annan aspekt kan vara huruvida tåget är tomt eller om Annars anses det vara en säker parameter då effektkurvor har uppmätts utifrån experiment.

Eftersom det alltid är liknande material som brinner kommer strålningsfraktionen inte att variera avsevärt. Detsamma gäller för soot yielden.

Att ansätta en yttemperatur på brandkällan kommer endast ha lokal inverkan på gastemperaturerna nära brandkällan. Därför anses denna parameter inte ha stor påverkan på detta scenario.

Vid en större cellstorlek kommer temperaturerna att bli lägre då FDS antar en homogen fördelning av temperaturen i varje cell. Denna variation är begränsad då man bör beräkna godtagbar cellstorlek genom ekvation 16.

### 9.4 Diskussion

De temperaturer som uppnås vid simuleringen överstiger 300 °C på höjden 3,9 meter på vissa ställen längs med fasaden. Därför finns det en risk att glaset i fasaden spricker.

Även om det enligt resultaten från denna simulering är på gränsen att rutorna skulle spricka längs med den vinkelräta väggen är det viktigt att beakta att det kan ske. Det är därför av stor vikt att styrfunktionerna fungerar som de ska, framförallt att dörrarna inte ska öppnas för tilluft då detektion sker inomhus av brandgaserna som läckt in. Dessutom finns även innerdörrar som är placerade några meter ifrån ytterdörrarna, vilka förhindrar att människor påverkas av röken.

Temperaturerna på höjden 1,9 meter uppnår aldrig en nivå sådan att det skulle vara skadligt för människor på perrongen. Den högsta temperatur som uppnås på denna höjd är 53 °C, dock är denna temperatur uppmätt längs med den parallella väggen. Detta innebär att människor kan röra sig närmare det brinnande tåget och därmed utsättas för temperaturer något högre än 53 °C. Även strålningsnivåerna är uppmätta längs med väggarna.

I simuleringen kommer hela arean brinna utefter kurvan, det finns därmed ingen spridning som i verkligheten. Detta kan leda till missvisande resultat då det troligen kommer finnas större lokala skillnader än vad som uppvisas i simuleringen.

Då avstånden till det fria var så stora i verkligheten skalades det av vid simuleringen för att underlätta. Detta innebär att tilluften från det fria hamnade närmare brandkällan samt att brandgaserna snabbare kunde läcka ut. Hade hela taket över spårområdet inkluderats i simuleringen skulle resultaten troligen sett annorlunda ut. Detta eftersom inverkan från parametrar så som till- och frånluft förändras.

Kritiska nivåer gällande sikt och toxicitet kommer aldrig uppstå i byggnaden då den mängd rök som kan tänkas läcka in genom dörrar eller eventuellt en sprucken glasfasad är liten i förhållande till de stora volymerna i byggnaden. Detta visar återigen hur viktigt det är att styrfunktionerna fungerar korrekt.



## 10. Utvärdering av befintligt brandskydd

Det nuvarande brandskyddet satisfierar de rådande kraven och kriterierna så länge installationerna fungerar som de ska. Sett till helheten är det totala brandskyddet i Centralstationen tillräckligt. Automatiska sprinkleranordningar finns installerade i samtliga utrymmen förutom Centralhallen där takhöjden är betydligt högre. Som tidigare nämnts är tillförlitligheten för sprinklersystem i Sverige 92 %. Även fast tillförlitligheten är hög är det viktigt med rutinmässiga kontroller av systemet för att upprätthålla god funktion.

Utöver detta finns ett stort antal detektorer av varierande typ installerade. För att minska risken för felaktiga larm finns larmlagring, se avsnitt om Detektionssystem. Detektorerna är kopplade till utrymningslarm och brandgasventilation. Precis som för sprinkleranordningarna är det viktigt att utföra rutinmässiga kontroller.

Byggnaden är även utrustad med brandgasventilation som har en hög kapacitet. Denna är beroende av sprinkleraktivering eller detektion från två olika detektorer. När denna startar ska tilluftsöppningar i form av dörrar ställas i öppet läge. Vid primär utvändig detektion som följs av en sekundär invändig detektion säger styrfunktionerna att den utvändiga detektionen skall prioriteras och tilluftsöppningar stängas. Det är därför viktigt att brandgasventilationen kontrolleras regelbundet för att säkerställa att styrfunktionerna fungerar som de ska och för att upprätthålla god funktion av systemet.

Mer specifikt i restauranger och kök finns det automatiska släckanordningar installerade ovanför varje stekbord och fritös. Precis som för de övriga aktiva systemen är det viktigt att kontrollera systemets funktion med jämna mellanrum.

Slutligen bör det beaktas att risken för felfunktion ökar då flera system beror av varandra. Därför bör systemen utformas på ett sådant sätt att de inte kan slås ut av samma orsak. Skulle ett system falla är det viktigt att det finns redundans.

Baserat på denna utvärdering uppfyller det nuvarande brandskyddet de krav som kan förväntas ställas på det. Därmed finns inga åtgärdsförslag som måste implementeras men för att förbättra brandskyddet ytterligare presenteras ett antal åtgärder som bör göras.

### 10.1 Åtgärder som bör göras

Nedan presenteras ett antal åtgärdsförslag som bör implementeras för att vidare förbättra personsäkerheten vid händelse av brand.

#### **Underhåll och driftsäkerhet**

En enkel och högst nödvändig rutin är att med jämna mellanrum testa och underhålla samtliga brandskyddsinstallationer för att säkerställa att de fungerar korrekt. Detta ska implementeras i rutinerna.

Ett väl fungerande brandskydd är viktigt för att säkerställa säkerheten på Centralstationen, framförallt gällande sprinkler då dessa utgör det huvudsakliga skyddet i lokalerna. Det är av

högsta vikt att sprinklerna aktiveras och fungerar som tänkt vid händelse av brand och ett fortlöpande underhållsarbete anses förbättra chanserna för detta.

### **Utbildning av personal**

Engagera väktare och ordningsvakter ytterligare genom ökat ansvar gällande säkerställning av säker utrymning och att samtliga nödutgångar används i största möjliga mån. Detta genom internutbildningar samt övningar ihop med räddningstjänst.

Utbilda butiks- och restaurangpersonal i brandsäkerhet och rutiner kring utrymning.

Dessa åtgärder förväntas påverka i form av en kortare förberedelsetid vid utrymning då personer kan bli varnade och instruerade att utrymma av personer som kan anses auktoritära. De kan även instruera användning av nödutgångar eller styra flöden av personer så att alla inte utrymmer på samma ställe.

### **Utförning av utrymningsvägar**

För att öka användningen av vissa utrymningsvägar, i synnerhet de som är låsta för allmänheten i vanliga fall, bör deras design ses över. Genom att utforma dem tydligare med skyltar och andra uppmärksamhetsfångande installationer, kan antalet människor som väljer dem öka vid eventuell utrymning.

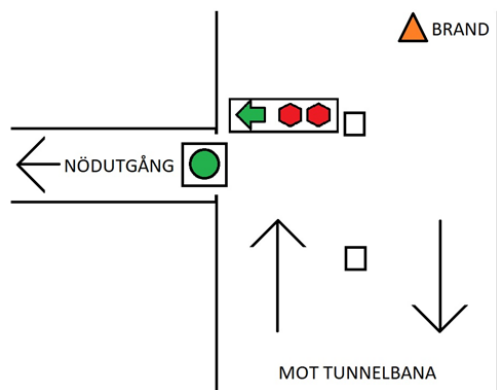
En förbättring anses kunna fördela de utrymmande personerna på flera utgångar och således minska flöden på utgångar eller platser dit många går. Simuleringen för ökad användning av nödutgångar visade dock inte på några väsentliga skillnader i utrymningstider. Trots detta anses det vara en rimlig åtgärd i relation till kostnaden samt en förväntad ökad personsäkerhet.

### **Trafikstyrning**

För att förhindra att personer rör sig mot en brand eller rökfylld lokal samt styra dem mot nödutgångar kan någon typ av skyltning eller vägvisning användas.

Då de flesta i Nedre Hallen är i rörelse och på väg mot ett bestämt mål och rör sig mellan Stockholms gator, Centralstationen och ankommer via tåg och tunnelbana är det även viktigt att informationsspridningen om eventuellt pågående händelser kommer fram. Detta för att förhindra att personer går in på Centralstationen ovetandes om ett brandförlopp och sedan rör sig mot ett rök- eller brandutsatt område. Det finns i nuläget ett system som kan stoppa flöden från tunnelbanan in till den Nedre Hallen, detta i form av en röd lampa och en varnande text.

Bara en röd skylt som säger stopp utan anvisningar om var man ska gå istället anses dock inte ge en önskad effekt. Det är viktigt att de utrymmande personerna får information om en ersättande rutt, förslagsvis genom gröna skyltar och pilar (Olander, 2015). Systemet skulle kunna samarbeta med rökdetektorer och sprinklers och tillsammans styra personer så de inte rör sig mot ett möjligt brandscenario. I Figur 38 nedan visas ett exempel på sådan trafikstyrning gällande för Scenario A i Nedre Hallen.



Figur 38 Trafikstyrning mot nödutgångar





## 11. Referenser

- Babrauskas, D. (2010). *Glass Breakage in Fires*. Fire Science and Technology Inc.
- Bengt Dahlgren. (2015). *Sprinkler i fickformat*. Bengt Dahlgren.
- Boverket. (2006). *Utrymningsdimensionering*. Boverket.
- Boverket. (2015). *Boverkets byggregler*. Boverket.
- CFPA. (2009). *Fire safety engineering concerning evacuation from buildings*. Zürich: CFPA Europe.
- Frantzich, H. (2001). *Tid för utrymning vid brand*. Karlstad: Räddningsverket.
- Frantzich, H., & Nilsson, D. (2003). *Utrymning genom tät rök: beteende och förflyttning*. Lund: Department of Fire Safety Engineering.
- Fridolf, K. (den 8 Maj 2018). *Karl Fridolf*. Hämtat från 018, Karl Fridolf - BSc in Fire Protection Engineering. MSc in Risk Management and Safety Engineering. PhD in Fire Safety Engineering.: <http://www.karlfridolf.se/metod-for-bedomning-av-toxisk-paverkan-pa-utrymmande-personer/>
- Fridström, D. (2014). *Stockholms Centralstation (kv Norrmalm 5:3 m fl) – Utvecklingsprojektet, Etapp 1-7 - Brandskyddsdokumentation, BBR 19*. Stockholm: Brandkonsulten.
- Funka. (den 8 Maj 2018). *Design för alla: Tillgänglighet: Statistik*. Hämtat från Funka: <https://www.funka.com/design-for-alla/tillganglighet/statistik/>
- Gunnarsson, H. (2003). *Evakuering genom rök*. Lund: Department of Fire Safety Engineering
- Hurley, M., Gottuk, D., Hall Jr, J., Kugligowski, E., Puchovsky, M., Torero, J., . . . Wieczorek, C. (2016). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Springer-Verlag New York.
- Ingason, H., & Li, Y. (2014). *A New Methodology of Design Fires for*. New York: Springer Science + Business Media.
- Karlsson, B., & Quintiere, J. (1999). *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press Inc.
- Malm, D., & Pettersson, A.-I. (2008). *Tillförlitlighet för automatiska*. Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety.
- McAllister, J. L., & Purser, D. A. (2016). *Assessment of Hazards to Occupants from Smoke, Toxic Gases and Heat*. Society of Fire Protection Engineers.
- McGrattan, K., Hostikka, S., McDermott, R., Floyd, J., Vanella, M., Weinschenk, C., & Overholt, K. (2017). *Fire Dynamics Simulator 1019 Sixth Edition*. NIST.

- Miljöinstrument AB, M. (den 8 Maj 2018). *Information om kolmonoxid*. Hämtat från MMI MiljöMätinstrument AB: <http://www.mmi-ab.se/kolmonoxidm%C3%A4tare/co.php>
- Molinelli, L. (den 11 Maj 2018). *DETECTOR ACTUATION - Time squared*. Hämtat från molinelli: <http://www.molinelli.org/DetAct.aspx>
- MSB, M. (den 11 Maj 2018). *Räddningstjänstens insatser*. Hämtat från MSB:s statistik- och analysverktyg IDA: <https://ida.msb.se/ida2#page=a0087>
- Nilsson, D. (2009). *Exit choice in fire emergencies- Influencing choice of exit with flashing lights*. Lund: Department of Fire Safety Engineering.
- NIOSH. (2018, Maj 8). Retrieved from The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/630080.html>
- Olander, J. (2015). *Comparative Study of Dissuasive Emergency Signage*. Lund: Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden.
- Poh, D. W. (2011). *Tenability criteria for design of smoke hazard management systems*. Umow Lai Pty Ltd.
- Stacy, D., & Edwards, A. (2016). The Design Fire: Selecting Fire Characteristics for a CFD Model. *FPE EXTRA ISSUE 4, APRIL 2016*.
- Staffansson, L. (2010). *Selecting design fires*. Lund: Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety.
- Statistiska Centralbyrån. (2012). *Tätorter 2010 Befolkningsstruktur*. Statistiska Centralbyrån.
- Thunderhead Engineering. (2014). *Pathfinder User Manual*. Thunderhead Engineering.
- Thunderhead Engineering. (2014). *PyroSim User Manual*. Thunderhead Engineering.
- Vigne, G., & Węgrzyński, W. (2016). *Influence of Variability of Soot Yield Parameter in Assessing the Safe Evacuation Conditions in Advanced Modelling Analysis*. *JVVA Fire & Risk*.

## Bilaga 1 Tidigare tillbud

### **2017-11-23 Automatlarm - orsak okänd**

Brandlarmet aktiverades av okänd anledning så att hela centralstationen fick utrymmas. Räddningstjänsten på plats kunde meddela att det inte fanns någon brand eller annan fara och folket kunde återgå till stationen, detta med endast vissa förseningar som följd.

### **2017-10-16 Brända bullar på Coop**

Brandlarmet gick efter att bullar i ugnen på Coop bränts vid. Räddningstjänsten konstaterade på plats att inget brann och endast utvädring behövdes. Folk fick sedan återgå till stationen och inga skador eller andra konsekvenser ska ha uppstått.

### **2017-06-27 Brand i fläkt Burger King**

En brand i fläkt på Burger King orsakade rökutveckling och aktiverade brandlarmet. Detta med total utrymning av Centralstationen och förseningar i tågtrafiken som konsekvens. Inga skador ska ha uppstått men enligt vittne ska en kvinna blivit stressad och börjat springa för att i rulltrappan ha ramlat och då tappat sin väska för att sedan fortsätta springa utan den. I övrigt ska utrymningen ha gått lugnt till.

### **2017-05-19 Varmgång Burger King**

Fläktarna inne i köket på Burger King slutade fungera vilket ledde till ökad rökutveckling som aktiverade brandlarmet. Efter ungefär en kvart kunde folk återvända in på centralstationen och det ska inte förekommit några andra konsekvenser.

### **2017-03-15 Tekniskt fel – automatlarm**

Brandlarmet aktiverades och hela centralstationen fick utrymmas. Orsaken till larmet sägs varit ett tekniskt fel. Resenärerna fick relativt snabbt gå tillbaka in till centralstationen och det ska inte förekommit några andra konsekvenser.



## Bilaga 2      Statistik IDA

För att underlätta bedömningen av sannolikheten för ett visst scenario användes IDA som innefattar MSB:s statistikdatabas. Nedan beskrivs tillvägagångssättet för att hitta statistik, detta görs med flytande text samt Tabell 20 nedan.

### Tillvägagångssätt

1. Gå in på [ida.msb.se](http://ida.msb.se)
2. Klicka på ”Statistikdatabasen”
3. Välj ”Räddningstjänstens insatser”
4. Välj huvudparameter
5. Välj övriga parametrar

Tabell 20 Ansatta parametrar i IDA

Parameter	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 5	Scenario 7
<b>Huvudparameter</b>	Bränder i byggnader	Bränder i byggnader	Bränder i fordon	Bränder i byggnader
<b>Byggnadsgrupp</b>	Allmän byggnad	Allmän byggnad	-	Allmän byggnad
<b>Byggnad</b>	Handel	Restaurang/Danslokal	-	-
<b>Startföremål</b>	-	-	-	Fläkt/Annan ventilations anläggning
<b>Brandobjekt*</b>	-	-	Spårfordon/Tåg	-

\*IDA övergick från tåg till spårfordon år 2005, därav används båda brandobjekt för att få en rättvis bild.



## Bilaga 3 Handberäkningar Scenario A

För att få ut en total effektutveckling mättes först butikens area upp. Detta gjordes utifrån ritningar och eftersom en del av butikens area var formad som en kvartscirkel, mättes arean upp rektangulärt varefter en del subtraherades bort. Den rektangulära arean beräknades till 48 m<sup>2</sup>, medan den "effektiva arean" approximerades till 38 m<sup>2</sup>. Hela butiken ansågs ej vara brännbar men enligt konservativt tillvägagångsätt antogs ändå i princip hela butikens area brinna. Branden antogs vara bränselekontrollerad då butiken är helt öppet ansluten till centralstationens nedre hall vilket i sin tur har ständig luftgenomströmning från det fria samt genom ventilation.

För att sedan genom arean få fram den maximala effekten behövdes ett värde på effektutvecklingen per arealenhet. Denna letades fram och uppskattades till 250 kW/m<sup>2</sup>, då detta värde gällde för både "shopping centre" och "transport (public spaces)" (Staffansson, 2010). Centralstationen kan tänkas vara en blandning av dessa två verksamheter, varför värdet kändes väsentligt att använda. Maximala effekten beräknades till 9,5 MW genom att multiplicera arean med effektutvecklingen per arealenhet;

$$38m^2 \times 250kW/m^2 = 9500kW$$

Den uträknade brandeffekten ansågs vara rimlig då en brand i ett shoppingcenter eller en publik samlingsplats förväntas uppnå en maxeffekt på ungefär 10 MW (Staffansson, 2010). Detta baserades dock på en uppskattning av det normala bränslet som finns där i relation till verksamheten.

Brandens tillväxthastighet sattes till 0,047 kW/s<sup>2</sup> (fast), vilket brukar användas för köpcentrum (Staffansson, 2010). För att beräkna tiden då maxeffekt uppnås användes;

$$Q = \alpha \cdot t^2 \rightarrow 9500 = 0,047 \cdot t^2 \rightarrow t = 450 \text{ s}$$

Hela Nedre Hallen inklusive bokhandeln är sprinklad vilket avsevärt dämpar brandens effektutveckling i ett relativt tidigt stadie. För att beräkna fram tiden från det att branden startat tills att första sprinklern aktiveras, användes programmet DETACT-T2, indata se Bilaga 4. Tiden då sprinkler inuti butiken aktiverades kunde bestämmas till t = 159 sekunder.





## Bilaga 4      DETACT-T2 Scenario A

För att bestämma när sprinkler aktiveras i Pocket Shop användes programmet DETACT-T2, indata presenteras i Tabell 21. Omgivningstemperaturen uppskattades till något lägre än normal rumstemperatur och sattes därmed till 18 °C. RTI för sprinklern bestämdes vara 50, enligt bifogad brandskyddsdocumentation (Fridström, 2014). Aktiveringstemperaturen för sprinklern sattes till 68 °C, rekommenderat är 30–40 °C över normal temperatur, vilket var ett konservativt antagande för scenariot (Bengt Dahlgren, 2015). Takhöjden bestämdes till 2,6 meter enligt mätningar utförda under platsbesöket. Avståndet mellan detektorerna antogs till 5 meter, vilket även det var ett konservativt värde för aktiveringstiden. För branden användes en snabb tillväxthastighet enligt handberäkningarna, som översattes till 0,047 kW/s<sup>2</sup> (Staffansson, 2010).

Tabell 21 Indata för sprinkleraktivering, DETACT-T2

<b>Parameter</b>	<b>Värde</b>
<i>Omgivningstemperatur</i>	18 °C
<i>RTI (detector response time index)</i>	50
<i>Aktiveringstemperatur</i>	68 °C
<i>Takhöjd</i>	2,6 m
<i>Avstånd mellan detektorer</i>	5,0 m
<i>Tillväxthastighet</i>	47 w/s <sup>2</sup>

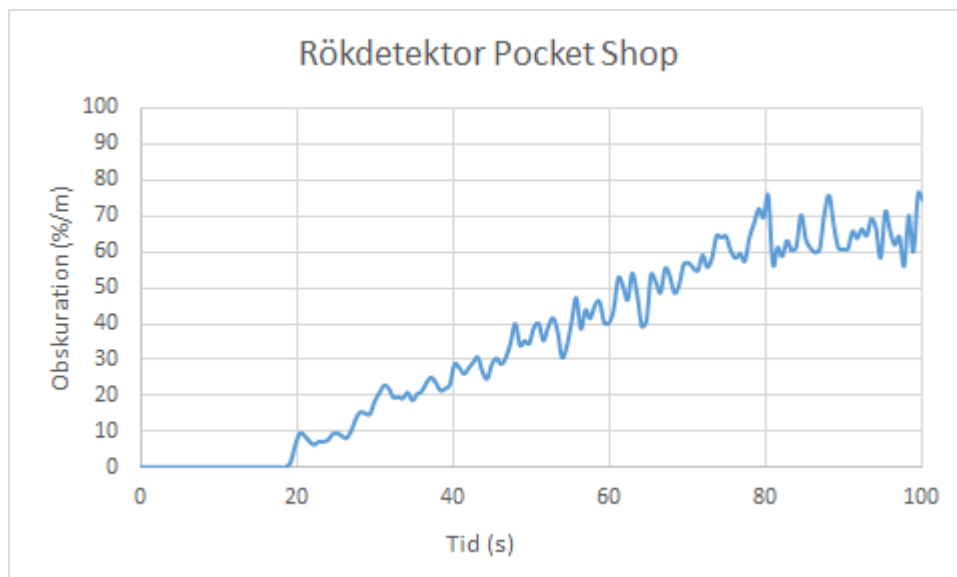
Programmet gav resultatet att en sprinkler i butiken förväntas aktivera efter 2,65 minuter, eller 159 sekunder.



## Bilaga 5 Resultat Pyrosim och FDS Scenario A

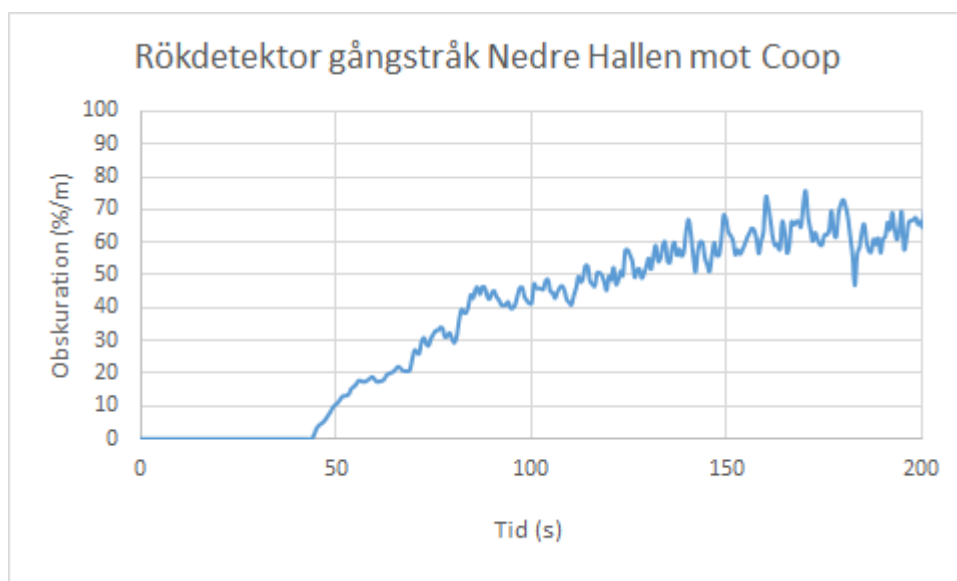
I följande bilaga redovisas delar av resultaten från CFD-simuleringar för Scenario A.

I Figur 39 nedan redovisas aktivering av rökdetektor inuti Pocket Shop från CFD-simuleringen. Detektorn i butiken aktiverar efter cirka 20 sekunder.

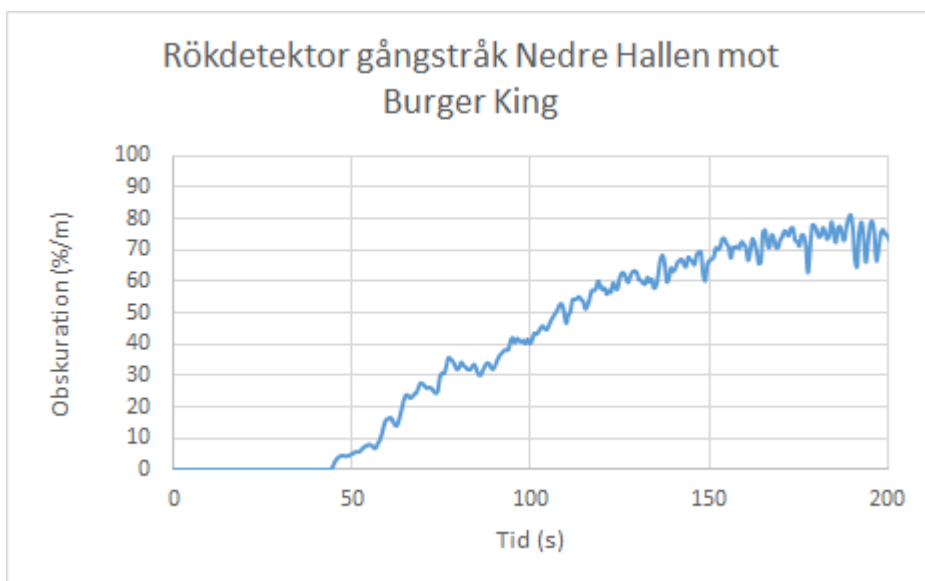


Figur 39 Rökdetektor Pocket Shop, Nedre Hallen

På samma sätt ses aktiveringen av rökdetektorerna i gångstråken utanför Pocket Shop i Figur 40 och Figur 41 nedan. Båda detektorerna aktiverar efter cirka 50 sekunder enligt simuleringen.

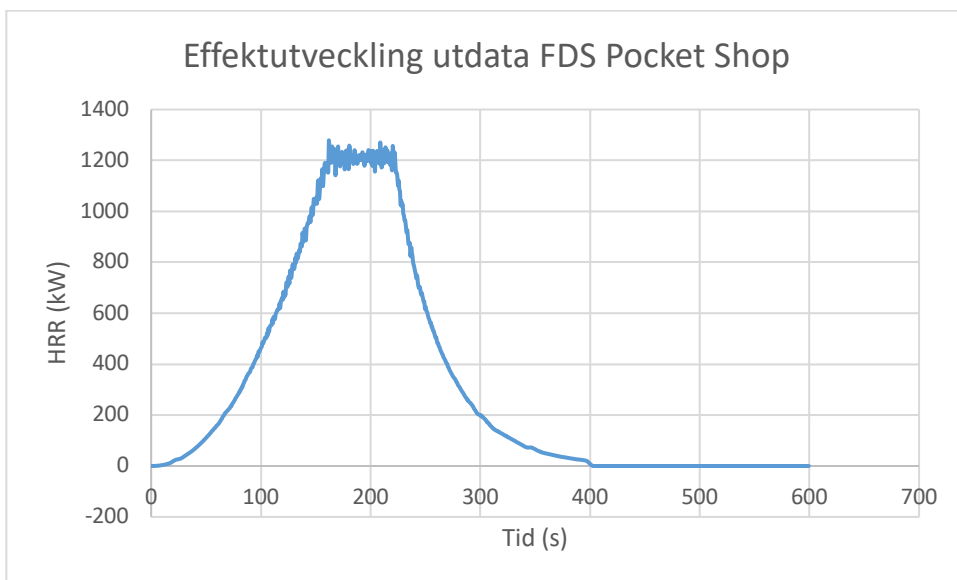


Figur 40 Rökdetektor gångstråk mot Coop, Nedre Hallen



Figur 41 Rökdetektor gångstråk mot Burger King, Nedre Hallen

I Figur 42 nedan redovisas effektkurvan från branden i Pocket Shop från CFD-simuleringen. Den överensstämmer väl med den framtagna effektkurvan enligt handberäkningar, se Figur 11.

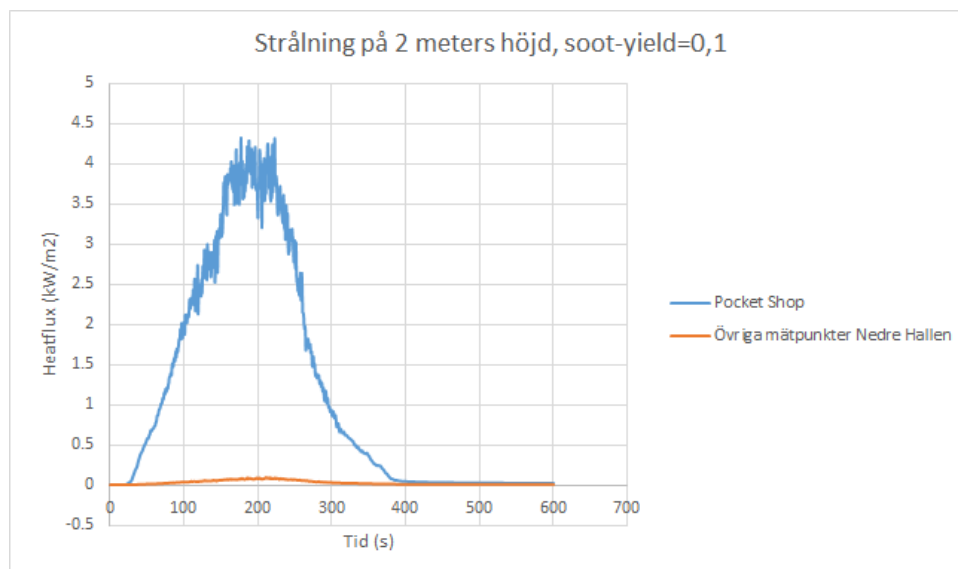


Figur 42 Effektutveckling utdata CFD-simulering, Pocket Shop

### Känslighetsanalys – soot yield=0,1

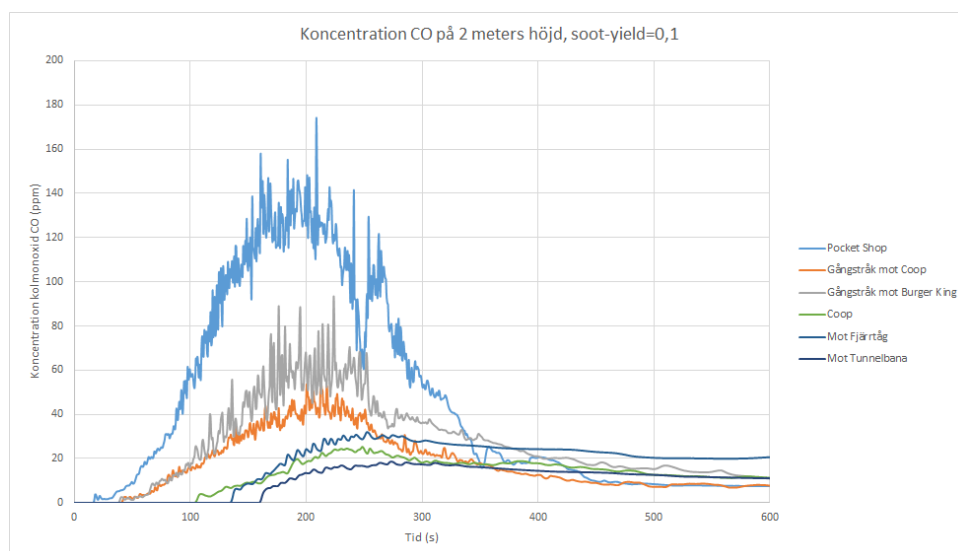
Här redovisas strålning och kolmonoxidmätningar från CFD-simuleringen med en ökad sotproduktion enligt känslighetsanalysen.

Figur 43 nedan visar strålningen på 2 meters höjd med en högre soot yield i Nedre Hallen. Inga kritiska förhållanden uppnås utanför Pocket Shop.



Figur 43 Strålning på 2 meters höjd, soot yield=0,1

I Figur 44 nedan redovisas kolmonoxidkoncentrationen i Nedre Hallen, inga kritiska förhållanden uppnås.



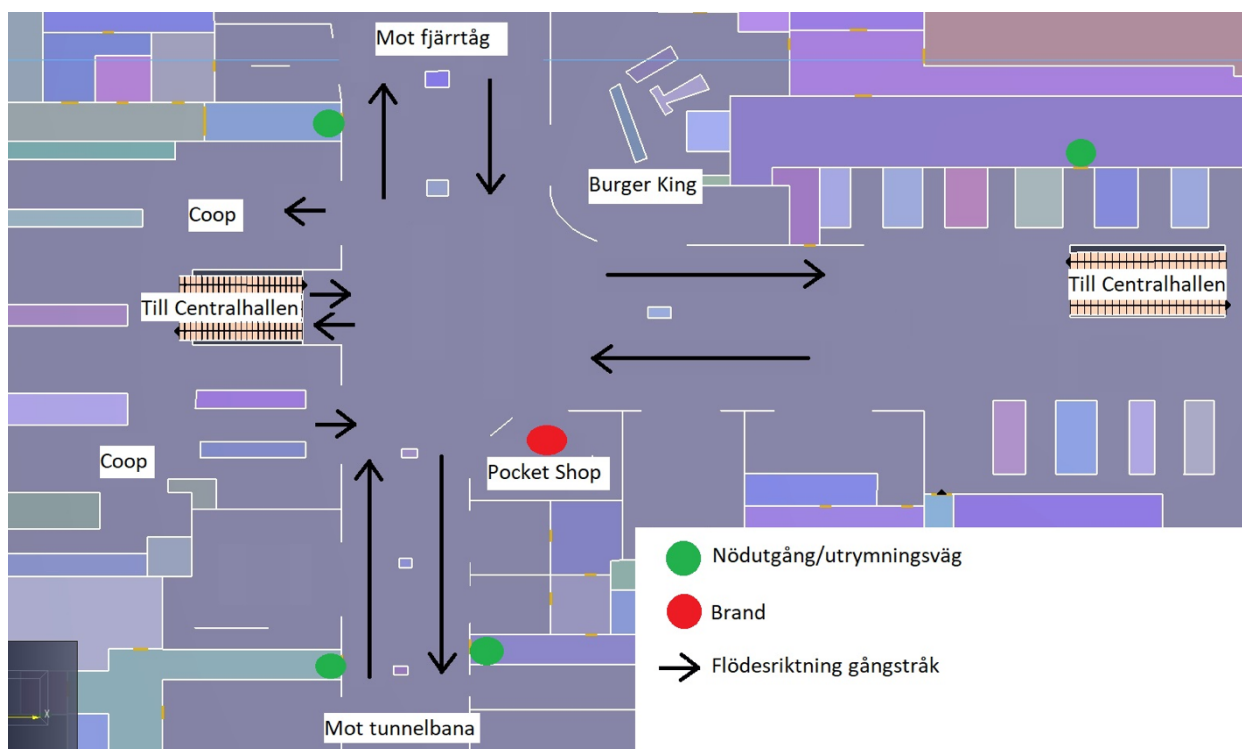
Figur 44 CO-koncentration på 2 meters höjd, soot yield=0,1



## Bilaga 6 Input Pathfinder Scenario A

I följande avsnitt ges en mer noggrann förklaring till indata samt de bakomliggande beräkningarna för utrymningssimuleringarna i Pathfinder.

Framförallt den Nedre Hallens gångstråk har en speciell flödesriktning på personerna som passerar där, en tydlig vänstertrafik från fjärrtåg till tunnelbana naturligt skapad av in- och utgången till fjärrtågen för att få trafiken att flytta smidigt, se Figur 45. Mitt i den Nedre Hallen möts denna rutt av ytterligare två primära gångvägar som tar personer till och från Centralhallen genom två separata trappsystem, vardera bestående av en fast trappa samt upp- och nergående rulltrappor. Detta gör att platsen (utanför Pocket Shop) blir ett vältrafikerat nav för den passerande massan som reser via Stockholms Centralstation.



Figur 45 Översiktsbild av Nedre Hallens centrala delar

Då flertalet personer förväntas utrymma via Centralhallens stora entréer tas hela objektet enligt avgränsningarna med i utrymningssimuleringarna. Den potentiellt stora folkmassan i Centralhallen kan störa utrymningen av Nedre Hallen med hänsyn till köer i trapporna som sammanbygger våningarna.

### Flöde dörrar och trappor

Flödet genom dörrar och trappor reglerades enligt Tabell 22, där ett högre flöde angavs för trappor samt dörrar som förväntas vara kända av personerna (Boverket, Utrymningsdimensionering, 2006). Förenklingen gjordes att alla dörrar som används under normala förhållanden sattes som kända och nödutgångar, dörrar till utrymningsvägar eller

inuti dessa sattes som okända. Passageras bredd multiplicerades med angivet flöde i tabellen, detta värde användes sedan som flöde i Pathfinder enligt personer/sekund. För dörrar som förväntades stå uppställda användes sett oändligt värde, det vill säga igen restriktion på flödet.

Tabell 22 Flöde i trappor och dörrar

	Flöde [pers/(s×m)]
<b>Trappor (start)</b>	1,1
<b>Kända dörrar</b>	1,1
<b>Okända dörrar</b>	0,75

### Demografi och hastighet

Personerna som vistas på Centralstationen antas framförallt vara pendlare vuxna människor som i stor utsträckning inte har några problem att röra sig obehindrat. För utrymningssimuleringarna använde dock en befolkning av samma fördelning som Stockholms län, fem persongrupper särskildes för att stämma överens med fördelning av personer samt annan data för utrymning (Statistiska Centralbyrån, 2012).

Då personer förväntas vara fullvuxna och ingå i kategorin vuxna vid en ålder på 14-15 år, ökas kategorin vuxna samtidigt som barn minskas, en mindre andel unga personer i relation till statistiken förväntas befinna sig på centralen än vuxna personer, som pendlar dagligen till arbete och liknande vilket återspeglar verkligheten mer.

En kategori för rörelsehindrade upprättas då dessa förväntas utrymma saktare än övriga, samt att de kan ha problem att se eller höra larm och uppmaningar. Kategorin innefattar förutom rörelsehindrade även användare av gånghjälpmedel, samt blinda och döva. För rullstolar har en egen persongrupp använts då platsen de kräver och deras oförmåga att använda trappor ger dem en utsatt position under utrymning. Andel i kategorierna handikappade och rullstol är 50 % äldre, 47 % vuxna samt 3 % barn av det totala antalet i varje grupp från befolkningen (Funka, 2018).

Använda kategorier för persongrupper redovisas i Tabell 23.

Tabell 23 Demografi över utrymningspersonerna

Kategori	Antal personer [st]	Andel av befolkning [%]
<b>Barn</b>	1 181 150	11,7
<b>Vuxna</b>	7 121 450	70,5
<b>Äldre</b>	1 212 400	12,0
<b>Rörelsehindrade</b>	455 000	4,5



<b>Rullstol</b>	130 000	1,3
<b>Totalt</b>	10 100 000	100,0

Hastighetsdata för de olika persongrupperna fås från flertalet olika utrymningstester (Hurley, o.a., 2016). Där olika data från utrymningstester finns listade, värde från flertalet olika tester används för att få med ett medelvärde samt extrempunkterna för varje persongrupp. Standardavvikelsen sätts passande med hänsyn till bredden på spannet se Tabell 24.

Tabell 24 Hastighetsdata för persongrupper

### Hastighetsdata Pathfinder

Kategori	Medel [m/s]	Std. Avvikelse [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]
<b>Barn</b>	0.8	0.2	0.4	1.2
<b>Vuxna</b>	1.3	0.1	1	1.5
<b>Äldre</b>	1	0.2	0.8	1.2
<b>Handikappade</b>	0.7	0.1	0.4	0.9
<b>Rullstol</b>	0.8	0.1	0.6	1

Axelbredden på vuxna samt äldre sattes till 45,48 cm vilket är standard i Pathfinder. Barn fick en något mindre bredd samtidigt som de handikappades bredd sattes till något bredare än för de vuxna. Detta gjorde med hänsyn till platsen gånghjälpmedel som kryckor och rullatorer kan tänkas ta upp. Alla varierar något enligt lognormal, men medelbredden samt resultaten förväntas inte ändras nämnvärt med denna förenkling.

### Persontäthet

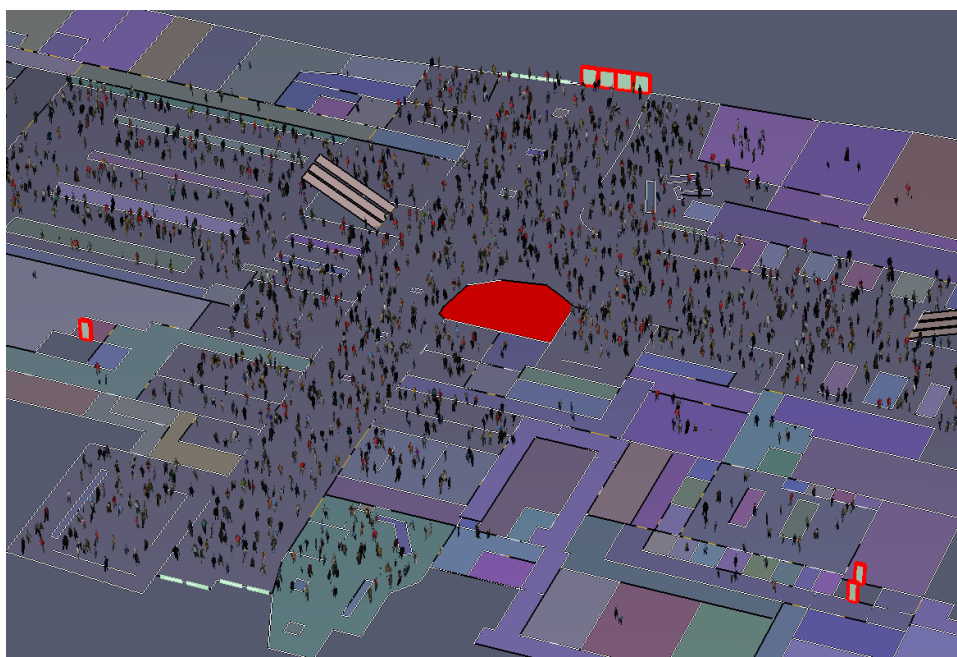
För persontätheten i objektets lokaler används data enligt Tabell 25, för allmänna utrymmen används ett värde på 0,5 personer/m<sup>2</sup> som ska gälla för liknande lokaler i form av köpcentrum (Boverket, Boverkets byggregler, 2015). För utrymmen som anses som avskilda eller endast används av personal under normala förhållanden, ansätts ett värde på 0,1 personer/m<sup>2</sup>, som är ett värde representativt för kontor eller liknande. För Centralhallens allmänna utrymmen där konserter, mässor eller andra evenemang som gör att fler personer kan ansamlas där, ansätts ett fördubblat värde från de andra allmänna utrymmena, med totalt 1,0 personer/m<sup>2</sup>.

Tabell 25 Persontäthet för objektets olika delar

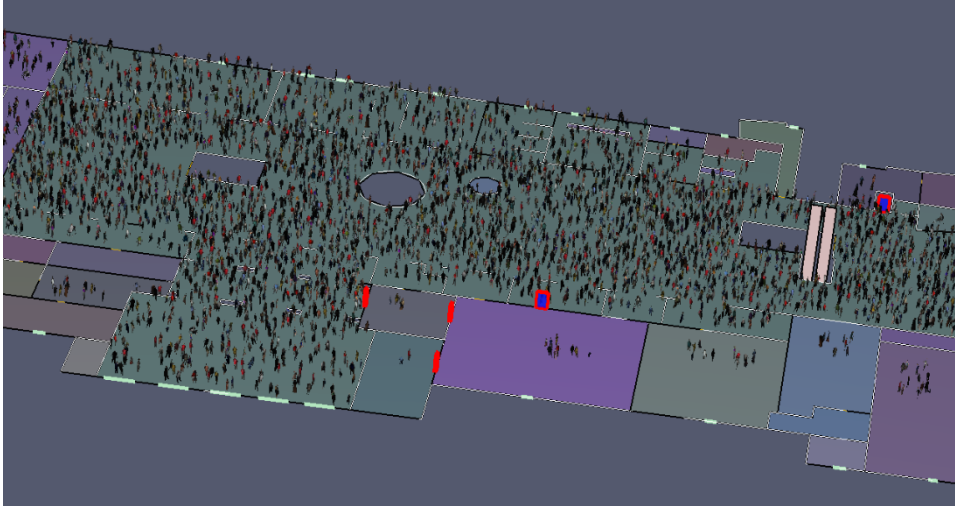
	Persontäthet [pers/m <sup>2</sup> ]	Antal personer [st]
<b>Nedre Hallen (-1)</b>		1804
<b>Allmänna utrymmen</b>	0,5	1659
<b>Avskilda/personalutrymmen</b>	0,1	145

<b>Centralhallen (0)</b>		3218
<i>Allmänna utrymmen</i>	1,0	2972
<i>Avskilda/personalutrymmen</i>	0,1	246
<b>Övre Hallen (+1)</b>		101
<b>Norra Hallen (0)</b>		1528
<i>Allmänna utrymmen</i>	0,5	1219
<i>Avskilda/personalutrymmen</i>	0,1	309
<b>Totalt:</b>		6651

Figur 46 och Figur 47 nedan visar utseendet för utrymningssimuleringar i Pathfinder, med personer utsatta enligt data för persontäthet.



Figur 46 Uppsättning av Nedre Hallen i Pathfinder



Figur 47 Centralhallen vid utrymningssimulering i Pathfinder

### Varseblivning- och reaktionstid

Tiden det tar för personerna att upptäcka branden, bearbeta och reagera för att starta sin förflyttning och utrymning. Enligt brandskyddsdocumentationen för objektet finns det ett talande larm på svenska och engelska som ska underlätta och snabba upp utrymning vid ett brandförlopp. Detta tillsammans med väktare som är utbildade för att hjälpa till och guida personer gör att förhållanden för att upptäcka faran samt bli instruerad att utrymma är goda. Majoritet av personerna som befinner sig på platsen anses vara pendlare med en hög gånghastighet, fast beslutsamma om var de ska gå samt kunskap om sin rutt och lokalerna.

Enligt CFD-simuleringen för scenariot aktiveras rökdetektor inuti butiken 20 sekunder efter branden startat se Figur 39, rökdetektorn aktiverar då det talande utrymningslarmet i hela lokalen. Beroende på meddelandets längd och innehåll, samt personers olika bakgrund och kunskap uppfattas och bearbetas meddelandet olika snabbt. Varseblivningstiden varierar även mycket på var i lokalen personer befinner sig, personerna närmast branden kan till och med uppfatta branden innan rökdetektorn aktiveras på grund av synlig rök eller handlingar och information från andra personer i närheten.

Personer förväntas under scenariot att röra på sig om möjlighet finns om de befinner sig i ett rökfyllt område, dock så är det inte helt ovanligt att personer står och betraktar brandförloppet istället för att utrymma innan kritiska förhållanden uppnås.

För tester utförda på IKEA-varuhus i Sverige angavs besluts- och reaktionstiderna för varuhusdelen, restaurangen och kassan (Frantzich, Tid för utrymning vid brand, 2001). Varuhusdelen på IKEA anses återspegla förhållandet på objektet och personerna som uppehåller sig där på ett konservativt sätt, tack vare att ett talande meddelande används tillsammans med väktare som snabbar på utrymningen. Ett medelvärde för varuhusdelen uppgår till 28 sekunder för de tre olika testerna som utfördes, räknat från när larmet startar. Då det tar 20 sekunder innan utrymningslarmet startar måste även detta läggas till i den totala tiden innan förflyttning, dock förväntas flertalet personer som befinner sig i Nedre Hallen upptäcka branden innan larmet ljuder.

Standardavvikelsen sattes till 10 sekunder för Nedre Hallen där branden kan ses till stora delar och utrymningen förväntas starta tidigare, samma siffra för övriga delar av objektet sattes till 20 sekunder baserat på data från utrymningstester i Nordirland med liknande tidsaspekter (Frantzich, Tid för utrymning vid brand, 2001). För använd data se Tabell 26.

Tabell 26 Varseblivning- och reaktionstid för utrymning

	<b>Medel</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Std. avvikelse</b>
<b><i>Nedre Hallen</i></b>	40 s	10 s	70 s	10 s
<b><i>Centralhallen, Norra Hallen och Övre Hallen</i></b>	60 s	20 s	120 s	20 s

### Anknytningsteori och val av utgång

Val av utgång och agerande under brand- och utrymningsförloppet styrs mycket av sociala influenser och människors olika beteenden i speciella situationer (Nilsson, 2009). Nödutgångar används sällan och nästan alla väljer att utrymma genom kända dörrar och vägar, då främst huvudentrén eller dörren de kom in i byggnaden igenom. Var utgångarna finns placerade, hur de är uppmärkta och vart de leder är även viktigt då utrymmande personer väljer sin väg, personerna tittar även på hur andra agerar och tenderar att följa personer med auktoritet såsom vakter och poliser att leda dem (Nilsson, 2009).

Med hänsyn till dessa teorier antas nästan alla utrymmande välja de stora kända utgångarna och vägarna som de vet existerar och förmodligen använt tidigare, väktare som hjälper till under utrymningen får här en viktig del. De flesta som befinner sig på platsen har förmodligen en förbestämd rutt till tåg, tunnelbana, buss eller liknande som de är på väg till, vilket kan göra att de väljer den utgång som passar dem bäst och tar dem till sitt slutmål.

Valen av utgångar för simuleringen baseras därför mycket på de stora entréerna som finns nära och som de förväntas känna till. En väldigt liten del använder nödutgångar, då framförallt personer som varit där tidigare i form av personal och liknande.

För att de utrymmande inte ska gå för nära branden görs en avgränsning runt om butiken, till största delen passerar personer inte heller branden vid utrymningen utan tar en annan väg till säkerhet.

Exempelvis för personerna som befinner sig i gångstråket mot tunnelbana ansätts en fördelning av val av utgång enligt Tabell 27 vilket betyder att de flesta väljer den stora och kända utgången till tunnelbana, ett fåtal passerar Pocket Shop till fjärrtåg eller trappor samt några få som använder sig av nödutgångarna.

Tabell 27 Val av utgång, tunnelbana Nedre Hallen

Utgång	Andel (%)
<i>Mot tunnelbana</i>	68 %
<i>Fjärrtåg</i>	12 %
<i>Centralhallen via trappa</i>	10 %
<i>Närmaste valfri utgång</i>	8 %
<i>Nödutgång</i>	2 %

## Uppskattning av utrymningstid

Då utrymningssimuleringarna gjordes av hela objektet för respektive scenario är tiden för den totala utrymningen inte lika relevant som utrymningen av området i CFD-simuleringen där kritiska förhållanden kan tänkas uppnås. Därför användes tre olika tider som uppskattades för varje simulering i Pathfinder. Dessa tre valdes till när hela Centralstationen var utrymd, när hela Nedre Hallen var utrymd samt när området nära branden mitt i Nedre Hallen var tomt och personer endast köade i trapporna i närheten, se Figur 48. Detta då personer som står i en kö under utrymning kan förväntas att hantera en kortare siktsträcka vilket kunde vara intressant i jämförelse med kritiska förhållanden. Om man har personer att under utrymning, går i en smal korridor eller i en trappa kan man få hjälp med att orientera sig vilket gör att en kortare siktsträcka möjligen kan accepteras (Gunnarsson, 2003).



Figur 48 Nedre Hallens centrala delar, Pathfinder

Utrymningsscenariot simulerades fem gånger i Pathfinder för att få med en varians på utrymningstiden, ett medelvärde användes för de tre olika mätpunkterna enligt Tabell 28.

Tabell 28 Utrymningstider Pathfinder

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Medel</b>
<b><i>Totaltid</i></b>	463	469	477	426	393	446
<b><i>Nedre Hallen</i></b>	202	227	196	223	195	209
<b><i>Endast kö Nedre Hallen</i></b>	132	134	132	137	150	137

## Bilaga 7      Känslighetsanalys utrymning Scenario A

För känslighetsanalys på utrymningssimuleringen valdes parametrarna personantal, flöde och varseblivningstid för att se hur stor betydelse varje parameter hade för den totala utrymningstiden. De olika parametrarna varierades enligt Tabell 29, med värdet från den tidigare simuleringen listat som det ursprungliga.

Personantalet antogs inte kunna bli mycket högre än det tidigare använda, då lokalerna redan var väldigt folktäta. 7000 personer ansågs som ett rimligt maxvärde, på samma sätt valdes 4000 personer som ett troligt minvärde. För flödet i dörrar och trappor som förväntades användas av de utrymmande i allmänna utrymmen sattes minvärdet till ett helt fritt flöde, maxvärdet antogs som värdet för flöde i dörrar som förväntas vara okända.

Varseblivningstiden varierades från minvärdet 10 sekunder till maxvärdet 50 sekunder. Efter 50 sekunder larmade rökdetektorn utanför Pocket Shop enligt den ursprungliga CFD-simuleringen i Bilaga 5, vilket skulle starta utrymningslarmet om inte detektorerna inuti butiken fungerat. Tiden på 10 sekunder ses som ett absolut minimum om detektorerna aktiveras tidigare eller en observant person trycker på en manuell larmknapp.

Tabell 29 Variation av parametrar, känslighetsanalys

	Ursprungligt	Min	Max
<b>Personantal</b>	6651 st	4000 st	7000 st
<b>Flöde i kända dörrar och trappor</b>	1,1 person/(s×m)	Fritt flöde	0,75 person/(s×m)
<b>Varseblivningstiden</b>	25 s	10 s	50s

Resultaten från analysen jämförs genom tornado-diagram, där max- och minvärde ställs i relation till den ursprungliga utrymningstiden samt till varandras variation. Som tidigare simuleringar uppskattades tre olika tider för utrymningen av lokalen enligt Tabell 30 nedan.

Tabell 30 Resultat av känslighetsanalys, utrymning

	Totaltid	Nedre Hallen	Endast kö Nedre Hallen
<b>Personantal</b>			
<i>Min</i>	6,1 min	3,2 min	2,0 min
<i>Max</i>	6,6 min	3,5 min	2,5 min
<b>Flöde i kända dörrar och trappor</b>			
<i>Min</i>	6,5 min	3,3 min	2,4 min
<i>Max</i>	10,3 min	3,7 min	2,3 min

---

<i>Varseblivningstid</i>			
<i>Min</i>	5,7 min	3,2 min	1,9 min
<i>Max</i>	8,4 min	3,9 min	2,6 min

---



## Bilaga 8 Rökfyllnadsberäkningar Scenario B

Tabell 31 nedan visar alla parametrar som används vid beräkningarna

Tabell 31 Parametrar vid rökfyllnadsberäkning

Parameter	Värde	Enhet	Kommentar
$G$	9,81	m/s <sup>2</sup>	Gravitationskonstanten
$c_p$	1	J/kgK	Specifik värmekapacitet för luft
$\rho_a$	1,2	kg/m <sup>3</sup>	Luftens densitet vid 20 °C
$k_{pc}$	2*10 <sup>6</sup>	W <sup>2</sup> s/m <sup>4</sup> K <sup>2</sup>	Materialegenskaper för betong*
$\alpha$ (k/ρc)	5,7*10 <sup>-7</sup>	m <sup>2</sup> /s	Termisk diffusivitet för betong*
$\delta$	0,2	m	Tjocklek för material
$\dot{V}_e$	30	m <sup>3</sup> /s	Kapacitet för brandgasventilation
$\dot{Q}''$	250	kW/m <sup>2</sup>	
$T_\infty$	20	°C	Omgivningstemperatur
Längd	90	m	
Bredd	20	m	
Höjd	12	m	

Innan rökfyllnadsberäkningarna kan påbörjas måste en effektutveckling tas fram. Detta görs med ekvationen nedan.

$$\dot{Q} = 250 \times 40 = 10000 \text{ kW}$$

Sedan görs rökfyllnadsberäkningarna enligt nedan.

1. Det första som görs är att gissa ett värde på z.

$$z = 6 \text{ m}$$

2. Massflödet från plymen beräknas vid givet z. Detta görs med följande plymmodeller.

A. Zukoski-plymen

$$\dot{m} = \dot{m}_p = 0,21 \times \left( \frac{1,2 \times 9,81}{1 \times 293} \right)^{1/3} \times 10000^{1/3} \times 6^{5/3} = 32,6 \text{ kg/s}$$

B. Thomas-plymen

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{40}{\pi}} = 7,1 \text{ m}$$

$$P = 7,1 \times \pi = 22,5m$$

$$\dot{m} = \dot{m}_p = 0,188 \times 22,5 \times 6^{3/2} = 62,2kg/s$$

3. Beräkna gastemperatur och ansätt  $\dot{m}_e = \dot{m}_p$

För att kunna beräkna temperaturen behövs  $h_k$  och  $A_w$  beräknas. Sedan bestäms vilken ekvation för  $h_k$  som skall användas.

$$t_p = \frac{0,2^2}{4 \times 5,7 \times 10^{-7}} = 17544s$$

Detta ger att  $h_k$  beräknas med ekvationen nedan.

$$h_k = \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{600}} = 57,7W/m^2K$$

Beräkna  $A_w$ .

$$A_w = 2 \times (12 - 6) \times 90 + 2 \times (12 - 6) \times 20 + 90 \times 20 = 3120m^3$$

Slutligen kan  $T_g$  beräknas.

A. Zukoski-plymen ger

$$T_g = 293 + \frac{10000}{1 \times 32,6 \times (\frac{57,7}{1000}) \times 3120} = 340,0^\circ C$$

B. Thomas-plymen ger

$$T_g = 293 + \frac{10000}{1 \times 62,2 \times (\frac{57,7}{1000}) \times 3120} = 334,3^\circ C$$

4. Beräkna  $\rho_g$ .

A. Zukoski-plymen

$$\rho_g = \frac{353}{340,0} = 1,04kg/m^3$$

B. Thomas-plymen

$$\rho_g = \frac{353}{334,3} = 1,05kg/m^3$$

5. Beräkna  $\dot{m}_e$ .

A. Zukoski-plymen

$$\dot{m}_e = 30 \times 1,04 = 31,2 \text{ kg/s}$$

B. Thomas-plymen

$$\dot{m}_e = 30 \times 1,04 = 31,6 \text{ kg/s}$$

6. Kontrollera att  $\dot{m} = \dot{m}_e$ , om inte gå tillbaka till steg 1 tills  $\dot{m} = \dot{m}_e$ .

A. Zukoski-plymen ger  $z=5,8\text{m}$  då  $\dot{m} = \dot{m}_e$ .

B. Thomas-plymen ger  $z=3,8\text{m}$  då  $\dot{m} = \dot{m}_e$ .



## Bilaga 9 FDS-kod Scenario A

```

&HEAD CHID='centralen1'/
&TIME T_END=600.0/
&DUMP RENDER_FILE='centralen1.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE., DT_RESTART=300.0/

&MESH ID='MESH', IJK=252,244,28, XB=-7.5,24.0,-12.0,18.5,0.0,3.5/
&MESH ID='MESH01', IJK=144,122,14, XB=-43.5,-7.5,-12.0,18.5,0.0,3.5/
&MESH ID='MESH02', IJK=126,78,14, XB=-7.5,24.0,18.5,38.0,0.0,3.5/
&MESH ID='MESH03', IJK=86,84,14, XB=24.0,45.5,-0.5,20.5,0.0,3.5/
&MESH ID='MESH04', IJK=134,107,14, XB=-17.5,16.0,-38.75,-12.0,0.0,3.5/

&REAC ID='Pocketshop',
  FYI='cellulose',
  FUEL='REAC_FUEL',
  FORMULA='C6H10O5',
  CO_YIELD=0.01,
  SOOT_YIELD=0.015/

&PROP ID='Cleary Ionization II',
  QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',
  ALPHA_E=2.5,
  BETA_E=-0.7,
  ALPHA_C=0.8,
  BETA_C=-0.9/

&DEVC ID='FED01', QUANTITY='FED', XYZ=10.875,-3.75,2.0/
&DEVC ID='FED02', QUANTITY='FED', XYZ=0.75,-4.75,2.0/
&DEVC ID='FED03', QUANTITY='FED', XYZ=11.5,4.75,2.0/
&DEVC ID='FED04', QUANTITY='FED', XYZ=1.5,3.75,2.0/
&DEVC ID='FED05', QUANTITY='FED', XYZ=-3.0,13.625,2.0/
&DEVC ID='FED06', QUANTITY='FED', XYZ=-15.125,2.0,2.0/
&DEVC ID='FED07', QUANTITY='FED', XYZ=-0.25,29.125,2.0/
&DEVC ID='FED08', QUANTITY='FED', XYZ=31.625,11.375,2.0/
&DEVC ID='FED09', QUANTITY='FED', XYZ=32.75,4.375,2.0/
&DEVC ID='FED10', QUANTITY='FED', XYZ=0.25,-19.75,2.0/
&DEVC ID='FED11', QUANTITY='FED', XYZ=-0.25,-32.25,2.0/
&DEVC ID='FED12', QUANTITY='FED', XYZ=-32.875,12.625,2.0/
&DEVC ID='FED13', QUANTITY='FED', XYZ=-33.125,-3.5,2.0/
&DEVC ID='FED14', QUANTITY='FED', XYZ=13.5,26.0,2.0/
&DEVC ID='FED15', QUANTITY='FED', XYZ=8.0,12.625,2.0/

&DEVC ID='Radiation01', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=9.625,-3.75,2.0/
&DEVC ID='Radiation02', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=2.0,-4.75,2.0/
&DEVC ID='Radiation03', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=11.5,3.875,2.0/
&DEVC ID='Radiation04', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=2.625,3.75,2.0/
&DEVC ID='Radiation05', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-3.125,12.5,2.0/
&DEVC ID='Radiation06', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-15.0,1.5,2.0/

```

## Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation

&DEVC ID='Radiation07', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=0.895535,28.2103,2.0/  
&DEVC ID='Radiation08', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=31.9916,10.4132,2.0/  
&DEVC ID='Radiation09', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=32.448,3.30734,2.0/  
&DEVC ID='Radiation10', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=1.35187,-19.8354,2.0/  
&DEVC ID='Radiation11', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=0.895535,-32.4173,2.0/  
&DEVC ID='Radiation12', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-32.8082,11.717,2.0/  
&DEVC ID='Radiation13', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=-33.1341,-2.62503,2.0/  
&DEVC ID='Radiation14', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=13.8312,24.984,2.0/  
&DEVC ID='Radiation15', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=9.1412,11.9088,2.0/  
&DEVC ID='THCP01', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=1.0,1.0,2.6/  
&DEVC ID='THCP02', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=10.6059,3.14188,2.55/  
&DEVC ID='THCP03', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=2.66746,-5.90939,2.55/  
&DEVC ID='SD01', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=10.5534,4.11082,2.55/  
&DEVC ID='SD02', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=1.49955,-5.81722,2.55/  
&DEVC ID='SD03', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=10.1788,-5.0,2.55/  
&DEVC ID='CO01', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=9.6,-2.8,2.0/  
&DEVC ID='CO02', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=1.02767,-3.8353,2.0/  
&DEVC ID='CO03', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=12.4827,4.45429,2.0/  
&DEVC ID='CO04', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=2.18175,3.7789,2.0/  
&DEVC ID='CO05', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-2.1242,13.2353,2.0/  
&DEVC ID='CO06', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-14.5358,1.33027,2.0/  
&DEVC ID='CO07', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=0.0,28.2644,2.0/  
&DEVC ID='CO08', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=31.4801,10.5335,2.0/  
&DEVC ID='CO09', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=32.6622,3.52553,2.0/  
&DEVC ID='CO10', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=1.42199,-19.6935,2.0/  
&DEVC ID='CO11', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=0.99982,-32.274,2.0/  
&DEVC ID='CO12', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-32.6045,11.4622,2.0/  
&DEVC ID='CO13', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=-33.1111,-2.55365,2.0/  
&DEVC ID='CO14', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=14.2812,24.7357,2.0/  
&DEVC ID='CO15', QUANTITY='VOLUME FRACTION', SPEC\_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=8.85208,11.8844,2.0/

&MATL ID='lattbetong',  
SPECIFIC\_HEAT=1.0,  
CONDUCTIVITY=0.15,  
DENSITY=500.0/

&SURF ID='vaggår',  
BACKING='VOID',  
MATL\_ID(1,1)='lattbetong',  
MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=0.2/

&SURF ID='Fire',  
COLOR='RED',  
TEXTURE\_MAP='psm\_fire.jpg',  
HRRPUA=250.0,  
RAMP\_Q='Fire\_RAMP\_Q'/

## Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation

&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=0.0, F=0.0/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=5.0, F=0.001/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=10.0, F=0.004/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=15.0, F=0.009/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=20.0, F=0.02/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=25.0, F=0.024/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=30.0, F=0.036/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=35.0, F=0.048/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=40.0, F=0.063/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=45.0, F=0.08/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=50.0, F=0.099/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=55.0, F=0.12/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=60.0, F=0.14/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=65.0, F=0.17/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=70.0, F=0.19/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=75.0, F=0.22/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=80.0, F=0.25/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=85.0, F=0.29/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=90.0, F=0.32/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=95.0, F=0.36/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=100.0, F=0.4/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=105.0, F=0.44/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=110.0, F=0.48/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=115.0, F=0.52/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=120.0, F=0.57/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=125.0, F=0.62/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=130.0, F=0.67/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=135.0, F=0.72/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=140.0, F=0.78/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=145.0, F=0.83/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=150.0, F=0.89/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=155.0, F=0.95/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=160.0, F=1.0/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=220.0, F=1.0/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=225.0, F=0.87/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=230.0, F=0.78/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=235.0, F=0.69/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=240.0, F=0.61/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=245.0, F=0.55/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=250.0, F=0.49/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=255.0, F=0.44/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=260.0, F=0.39/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=265.0, F=0.35/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=270.0, F=0.31/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=275.0, F=0.28/  
&RAMP ID=Fire\_RAMP\_Q', T=280.0, F=0.25/

## Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=285.0, F=0.22/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=290.0, F=0.2/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=295.0, F=0.17/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=300.0, F=0.16/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=305.0, F=0.14/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=310.0, F=0.12/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=315.0, F=0.11/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=320.0, F=0.1/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=325.0, F=0.09/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=330.0, F=0.08/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=335.0, F=0.07/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=340.0, F=0.06/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=345.0, F=0.06/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=350.0, F=0.05/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=355.0, F=0.043/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=360.0, F=0.039/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=365.0, F=0.035/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=370.0, F=0.031/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=375.0, F=0.028/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=380.0, F=0.025/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=385.0, F=0.022/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=390.0, F=0.02/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=395.0, F=0.017/

&RAMP ID='Fire\_RAMP\_Q', T=400.0, F=0.0/

&OBST ID='Golv', XB=-7.5,7.5,-38.0,38.0,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv1', XB=7.5,45.5,-0.5,14.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='golv2', XB=-43.5,-7.5,-3.5,18.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='golv3', XB=-43.5,-17.5,-9.5,-3.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv4', XB=-17.5,-7.5,-10.5,-3.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv5', XB=-17.5,-7.5,-17.5,-10.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv6', XB=-17.5,-7.5,-23.5,-17.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv7', XB=-17.5,-7.5,-38.0,-23.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Rulltrappa1', XB=-17.5,-7.5,8.5,14.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv8', XB=7.5,15.5,-7.5,-0.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv9', XB=7.5,15.5,-11.5,-7.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv10', XB=7.5,15.5,-15.5,-11.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv11', XB=7.5,15.5,-19.5,-15.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv12', XB=7.5,15.5,-24.5,-19.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='golv13', XB=7.5,15.5,-38.0,-24.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv14', XB=15.5,24.0,-7.5,-0.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv15', XB=7.5,18.5,14.5,38.0,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Golv16', XB=18.5,45.5,14.5,20.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Rulltrappa2', XB=35.5,45.5,9.5,14.5,-0.1,0.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='tak', XB=-43.5,-7.5,-3.5,18.5,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggat'/

&OBST ID='tak', XB=-7.5,7.7021,-37.7999,38.0,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggat'/



&OBST ID='tak', XB=-43.5,-17.3,-9.5,-3.5,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='tak', XB=-17.5,-7.5,-38.0,-3.5,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='tak', XB=7.7,15.5,-38.0,-0.5,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='tak', XB=7.7,45.5,-0.5,20.5,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='tak', XB=7.7,18.5,20.5,38.0,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='tak', XB=15.5,24.0,-7.5,-0.5,2.6,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.5,-7.5,-7.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=15.5,15.7,-7.5,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-11.5,-11.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.4207,-15.5,-15.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-19.5,-19.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.341,-24.5,-24.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,-17.3,-9.5,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-27.2871,-24.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-21.5536,-19.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-24.3,-23.4959,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-12.5144,-11.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-2.61137,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=14.4239,15.5,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,18.064,25.7664,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.52243,7.72243,29.7123,37.8,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-7.3,-5.62795,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-15.3,-14.4941,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-19.3,-18.4907,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-16.455,-15.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=23.3519,23.5519,14.5,20.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=13.6129,23.5519,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=23.5519,27.5459,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.4208,9.5,9.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.3435,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=15.7,17.6634,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=20.99,23.8,-0.703121,-0.503121,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.7,10.4097,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=15.5,24.0,-7.5,-7.5,0.0,2.625, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=15.5,15.5,-12.0,-7.5,0.0,2.625, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=24.0,24.0,-7.5,-0.5,0.0,2.625, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.5,-7.5,-7.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=15.5,15.7,-7.5,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-11.5,-11.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.4207,-15.5,-15.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-19.5,-19.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.341,-24.5,-24.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,-17.3,-9.5,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3,-7.5,-3.7,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3309,-7.5,-10.7,-10.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3098,-7.5,-17.7,-17.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar'/

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-23.5,-22.3474,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.4099,-7.5,-23.7,-23.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-17.5,-16.1119,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-20.3502,-17.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-14.1369,-10.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-8.96649,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-6.92496,-3.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-27.2871,-24.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-21.5536,-19.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-24.3,-23.4959,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-12.5144,-11.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-2.61137,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=14.4239,15.5,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,18.064,25.7664,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.52243,7.72243,29.7123,37.8,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-7.3,-5.62795,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-15.3,-14.4941,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-19.3,-18.4907,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-16.455,-15.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.3519,23.5519,14.5,20.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=13.6129,23.5519,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.5519,27.5459,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.4208,9.5,9.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.3435,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=15.7,17.6634,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=20.99,23.8,-0.703121,-0.503121,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.7,10.4097,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,7.21626,8.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.75,-17.5,8.5,14.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.75,-7.5,8.25,8.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.75,-7.5,14.5,14.75,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-43.5,-17.5,-9.5,-9.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-43.5,-7.5,18.5,18.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-43.5,-43.5,-9.5,18.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,-17.5,-12.0,-9.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.5,-7.5,-7.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=15.5,15.7,-7.5,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-11.5,-11.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.4207,-15.5,-15.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-19.5,-19.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.341,-24.5,-24.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,-17.3,-9.5,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-27.2871,-24.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-21.5536,-19.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-24.3,-23.4959,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-12.5144,-11.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-2.61137,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=14.4239,15.5,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,18.064,25.7664,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.52243,7.72243,29.7123,37.8,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-7.3,-5.62795,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-15.3,-14.4941,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-19.3,-18.4907,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-16.455,-15.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.3519,23.5519,14.5,20.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=13.6129,23.5519,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.5519,27.5459,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.4208,9.5,9.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.3435,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=15.7,17.6634,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=20.99,23.8,-0.703121,-0.503121,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.7,10.4097,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.5,18.5,38.0,38.0,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=18.5,24.0,20.5,20.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.5,-7.5,18.5,38.0,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=18.5,18.5,20.5,38.0,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.5,-7.5,-7.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-11.5,-11.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.4207,-15.5,-15.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-19.5,-19.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.341,-24.5,-24.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,-17.3,-9.5,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3,-7.5,-3.7,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3309,-7.5,-10.7,-10.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3098,-7.5,-17.7,-17.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-23.5,-22.3474,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.4099,-7.5,-23.7,-23.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-17.5,-16.1119,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-20.3502,-17.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-14.1369,-10.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-10.5,-8.96649,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-6.92496,-3.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-27.2871,-24.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-21.5536,-19.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-24.3,-23.4959,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-12.5144,-11.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,18.064,25.7664,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.52243,7.72243,29.7123,37.8,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-7.3,-5.62795,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-15.3,-14.4941,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-19.3,-18.4907,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-16.455,-15.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.3519,23.5519,14.5,20.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=13.6129,23.5519,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.5519,27.5459,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.4208,9.5,9.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.3435,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=20.99,23.8,-0.703121,-0.503121,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,7.21626,8.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=24.0,45.5,-0.5,-0.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=24.0,45.5,20.5,20.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=45.5,45.5,-0.5,20.5,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.5,-7.5,-7.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=15.5,15.7,-7.5,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-11.5,-11.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.4207,-15.5,-15.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.3702,-19.5,-19.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,15.341,-24.5,-24.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,-17.3,-9.5,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3,-7.5,-3.7,-3.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3309,-7.5,-10.7,-10.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.3098,-7.5,-17.7,-17.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-23.5,-22.3474,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.4099,-7.5,-23.7,-23.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-17.5,-16.1119,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-20.3502,-17.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-14.1369,-10.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-10.5,-8.96649,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,-6.92496,-3.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-27.2871,-24.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-21.5536,-19.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-24.3,-23.4959,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-12.5144,-11.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-2.61137,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=14.4239,15.5,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,18.064,25.7664,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.52243,7.72243,29.7123,37.8,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-7.3,-5.62795,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-15.3,-14.4941,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-19.3,-18.4907,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.7,-16.455,-15.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.3519,23.5519,14.5,20.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=13.6129,23.5519,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=23.5519,27.5459,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.4208,9.5,9.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=35.5,45.3435,14.5,14.7,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=15.7,17.6634,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=20.99,23.8,-0.703121,-0.503121,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

## Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation

&OBST ID='innervagg', XB=7.7,10.4097,-0.7,-0.5,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.7,-7.5,7.21626,8.3,0.0,2.6, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.75,-7.5,-37.75,-28.75,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=7.5,7.75,-37.75,-32.0,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-7.75,-7.5,-25.75,-23.75,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,15.5,-38.0,-38.0,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=-17.5,-17.5,-38.0,-12.0,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='innervagg', XB=15.5,15.5,-38.0,-12.0,0.0,2.5, SURF\_ID='vaggar/'

&OBST ID='Obstruction', XB=9.25,12.25,-5.375,-2.375,0.0,0.375, SURF\_ID='INERT/'

&HOLE ID='Hole', XB=-15.0,-10.0,10.0,13.0,2.5,2.8/

&HOLE ID='Hole', XB=-2.0,4.2,-2.0,4.2,2.5,2.8/

&HOLE ID='Hole', XB=37.75,42.75,10.75,13.75,2.5,2.75/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH [XMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=24.0,24.0,-12.0,-0.5,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH [YMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=16.0,24.0,-12.0,-12.0,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH [ZMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=-7.5,24.0,-12.0,18.5,3.5,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH [ZMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-7.5,24.0,-12.0,18.5,0.0,0.0/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH01 [XMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-43.5,-43.5,-12.0,18.5,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH01 [YMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=-43.5,-7.5,18.5,18.5,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH01 [YMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-43.5,-17.5,-12.0,-12.0,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH01 [ZMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=-43.5,-7.5,-12.0,18.5,3.5,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH01 [ZMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-43.5,-7.5,-12.0,18.5,0.0,0.0/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH02 [XMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=24.0,24.0,20.5,38.0,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH02 [XMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-7.5,-7.5,18.5,38.0,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH02 [YMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=-7.5,24.0,38.0,38.0,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH02 [ZMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=-7.5,24.0,18.5,38.0,3.5,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH02 [ZMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-7.5,24.0,18.5,38.0,0.0,0.0/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH03 [XMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=45.5,45.5,-0.5,20.5,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH03 [YMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=24.0,45.5,20.5,20.5,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH03 [YMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=24.0,45.5,-0.5,-0.5,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH03 [ZMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=24.0,45.5,-0.5,20.5,3.5,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH03 [ZMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=24.0,45.5,-0.5,20.5,0.0,0.0/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH04 [XMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=16.0,16.0,-38.75,-12.0,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH04 [XMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-17.5,-17.5,-38.75,-12.0,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH04 [YMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-17.5,16.0,-38.75,-38.75,0.0,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH04 [ZMAX]', SURF\_ID='OPEN', XB=-17.5,16.0,-38.75,-12.0,3.5,3.5/

&VENT ID='Mesh Vent: MESH04 [ZMIN]', SURF\_ID='OPEN', XB=-17.5,16.0,-38.75,-12.0,0.0,0.0/

&VENT ID='Fire', SURF\_ID='Fire', XB=9.6,11.8,-5.0,-2.8,0.4,0.4, SPREAD\_RATE=0.5, XYZ=10.7,-3.9,0.4/

&VENT ID='fjarrtåg', SURF\_ID='OPEN', XB=-4.86923,4.78385,38.0,38.0,0.586388,1.72824/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.0/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.0/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=TRUE., PBZ=0.0/

&TAIL /



## Bilaga 10 FDS-kod Scenario C

```
&HEAD CHID='btr_train_fire'/
&TIME T_END=870.0/
&DUMP RENDER_FILE='btr_train_fire.ge1', DT_BNDF=1.0, DT_DEVC=1.0, DT_SLCF=1.0/
&MISC TMPA=15.0/

&MESH ID='MESH1', IJK=108,152,24, XB=15.0,42.0,0.0,38.0,0.0,6.0/
&MESH ID='MESH2', IJK=30,96,12, XB=0.0,15.0,0.0,48.0,0.0,6.0/
&MESH ID='MESH3', IJK=54,20,12, XB=15.0,42.0,38.0,48.0,0.0,6.0/

&REAC ID='POLYURETHANE',
  FYI='C_6.3 H_7.1 N_O_2.1, NFPA HANDBOOK',
  FUEL='REAC_FUEL',
  C=6.3,
  H=7.1,
  O=2.1,
  N=1.0,
  SOOT_YIELD=0.1/

&DEVC ID='TEMP_H_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=23.9,3.1,3.9/
&DEVC ID='TEMP_L_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=23.9,3.1,1.9/
&DEVC ID='TEMP_H_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=26.9,3.1,3.9/
&DEVC ID='TEMP_L_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=26.9,3.1,1.9/
&DEVC ID='TEMP_H_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=29.9,5.9,3.9/
&DEVC ID='TEMP_L_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=29.9,5.9,1.9/
&DEVC ID='TEMP_H_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=32.9,28.1,3.9/
&DEVC ID='TEMP_L_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=32.9,28.1,1.9/
&DEVC ID='TEMP_H_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=35.9,28.1,3.9/
&DEVC ID='TEMP_L_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=35.9,28.1,1.9/
&DEVC ID='TEMP_H_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=39.9,28.1,3.9/
&DEVC ID='TEMP_L_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=39.9,28.1,1.9/
&DEVC ID='TEMPV_H_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=21.9,3.1,3.9/
&DEVC ID='TEMPV_L_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=21.9,3.1,1.9/
&DEVC ID='TEMPV_H_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=19.9,3.1,3.9/
&DEVC ID='TEMPV_L_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=19.9,3.1,1.9/
&DEVC ID='TEMPV_H_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=17.9,3.1,3.9/
&DEVC ID='TEMPV_L_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=17.9,3.1,1.9/
&DEVC ID='TEMPV_H_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=15.9,3.1,3.9/
&DEVC ID='TEMPV_L_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=15.9,3.1,1.9/
&DEVC ID='TEMPV_H_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=13.9,3.1,3.9/
&DEVC ID='TEMPV_L_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=13.9,3.1,1.9/
&DEVC ID='TEMPV_H_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=11.9,3.1,3.9/
```

## Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation

```
&DEVC ID='TEMPV_L_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=11.9,3.1,1.9/  
&DEVC ID='TEMPP_H_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,7.9,3.9/  
&DEVC ID='TEMPP_L_1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,7.9,1.9/  
&DEVC ID='TEMPP_H_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,11.9,3.9/  
&DEVC ID='TEMPP_L_2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,11.9,1.9/  
&DEVC ID='TEMPP_H_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,15.9,3.9/  
&DEVC ID='TEMPP_L_3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,15.9,1.9/  
&DEVC ID='TEMPP_H_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,19.9,3.9/  
&DEVC ID='TEMPP_L_4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,19.9,1.9/  
&DEVC ID='TEMPP_H_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,23.9,3.9/  
&DEVC ID='TEMPP_L_5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,23.9,1.9/  
&DEVC ID='TEMPP_H_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,27.9,3.9/  
&DEVC ID='TEMPP_L_6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=25.9,27.9,1.9/
```

```
&MATL ID='GLAS',  
    SPECIFIC_HEAT=1.7,  
    CONDUCTIVITY=1.9,  
    DENSITY=1180.0/
```

```
&SURF ID='GLASS',  
    COLOR='GRAY',  
    DEFAULT=.TRUE.,  
    MATL_ID(1,1)='GLAS',  
    MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,  
    THICKNESS(1)=0.2/
```

```
&SURF ID='FIRE',  
    COLOR='RED',  
    HRRPUA=222.0,  
    RAMP_Q='FIRE_RAMP_Q',  
    TMP_FRONT=200.0/
```

```
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=60.0, F=0.016667/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=180.0, F=0.016667/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=360.0, F=0.166667/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=600.0, F=0.583333/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=870.0, F=0.883333/
```

```
&OBST ID='Obstruction #1', XB=19.0,22.0,8.0,33.0,0.0,3.5, SURF_ID='FIRE'/  
&OBST ID='Obstruction #2', XB=0.0,0.0,0.0,3.0,0.0,6.0, SURF_ID='GLASS'/  
&OBST ID='Obstruction #3', XB=0.0,30.0,3.0,3.0,0.0,6.0, SURF_ID='GLASS'/  
&OBST ID='Obstruction #4', XB=30.0,30.0,3.0,8.0,0.0,6.0, SURF_ID='GLASS'/
```



## Brandteknisk Riskvärdering av Stockholms Centralstation

&OBST ID='Obstruction #5', XB=26.0,30.0,8.0,8.0,0.0,6.0, SURF\_ID='GLASS'/

&OBST ID='Obstruction #6', XB=26.0,26.0,8.0,28.0,0.0,6.0, SURF\_ID='GLASS'/

&OBST ID='Obstruction #7', XB=26.0,42.0,28.0,28.0,0.0,6.0, SURF\_ID='GLASS'/

&OBST ID='Obstruction #8', XB=42.0,42.0,28.0,38.0,0.0,6.0, SURF\_ID='GLASS'/

&OBST ID='Obstruction #9', XB=0.0,42.0,0.0,48.0,6.0,6.0, SURF\_ID='GLASS'/

&VENT ID='Vent #1', SURF\_ID='OPEN', XB=0.0,42.0,0.0,0.0,0.0,6.0/

&VENT ID='Vent #2', SURF\_ID='OPEN', XB=0.0,0.0,3.0,48.0,0.0,6.0/

&VENT ID='Vent #3', SURF\_ID='OPEN', XB=0.0,42.0,48.0,48.0,0.0,6.0/

&VENT ID='Vent #4', SURF\_ID='OPEN', XB=42.0,42.0,0.0,28.0,0.0,6.0/

&VENT ID='Vent #5', SURF\_ID='OPEN', XB=42.0,42.0,38.0,48.0,0.0,6.0/

&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/

&BNDF QUANTITY='RADIOMETER'/

&BNDF QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX'/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL\_CENTERED=.TRUE., PBY=3.1/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', CELL\_CENTERED=.TRUE., PBX=20.6/

&TAIL /