

2016

Brandteknisk Riskvärdering



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Leyla Babayan

Hanna Dagsgård

Emelie Eklöf

Marcus Larsson

Rapport 9487

Brandteknik

Lunds Tekniska Högskola

Brandteknisk Riskvärdering av Köpcentret Sjötelegrafan

Författare:

Leyla Babayan

Hanna Dagsgård

Emelie Eklöf

Marcus Larsson

Handledare:

Dan Madsen

Lund 2016

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/Titel

Brandteknisk Riskvärdering av Köpcentret Sjötelegrafan/ Fire Safety evaluation of the mall Sjötelegrafan

Rapport nr/Report nr

9487

Författare/Authors

Leyla Babayan, Hanna Dagsgård, Emelie Eklöf, Marcus Larsson

Brandingenjörsprogrammet, Lunds Tekniska Högskola, 2016

Fire Safety Engineering Program, Lund University Faculty of Engineering, 2016

©Copyright Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2016

Antal sidor/Number of pages

109 (inklusive bilagor/including appendix)

Bilder/Pictures

Alla bilder i rapporten tillhör författarna om ingen annan källa är angiven/ All pictures belong to the authors if no other reference is stated.

Sökord

Brandteknisk riskvärdering, brand, utrymning, köpcentrum, brandsäkerhet, sprinkler, simulering, statistik, utrymning, personsäkerhet.

Keywords

Fire Safety Evaluation, fire, evacuation, Pathfinder, Fire Dynamics Simulation, Detact, Argos, mall.

Språk/Language

Svenska/Swedish

Avdelningen för Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund
www.brand.lth.se
Telefon 046 - 222 73 60
E-postadress: brand@brand.lth.se

Department of Fire Safety Engineering
Faculty of Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund, Sweden
www.brand.lth.se
Telephone: +46 46 222 73 60
E-mail: brand@brand.lth.se

Förord

Författarna av denna rapport vill rikta ett stort tack till följande personer för värdefull hjälp och stöd under arbetets gång. Utan er hade rapporten inte blivit lika bra!

Dan Madsen

Doktorand vid avdelningen för Brandteknik vid LTH, tillika gruppens handledare. För värdefullt stöd och för du pushat oss i rätt riktning.

Tony Kullman

Insatsledare Södertörns Brandförsvarsförbund SBFF samt vår kontaktperson för objektet. För trevligt bemötande under platsbesöket.

Sebastian Levin

Brandingenjör Södertörns Brandförsvarsförbund SBFF. För trevligt bemötande under platsbesöket.

Personalen på Sjötelegrafan

För att ni hade overseende med oss när vi besökte köpcentret, besvarade våra frågor och öppnade låsta dörrar åt oss.

Erik Nilsson

Brandingenjörsstuderande, LTH. För att du tagit dig tid att hjälpa klasskamrater vid behov och undervisat i FDS.

Sammanfattning

Följande rapport är en brandteknisk riskvärdering av köpcentrumet Sjötelegrafan i Nynäshamn. Rapporten är ett av delmomenten i kursen Brandteknisk Riskvärdering vid brandingenjörsutbildningen på Lunds Tekniska Högskola. Sjötelegrafan är en gammal fastighet som tidigare var en televerkstad, men idag innefattar lokalen bland annat en galleria med butiker, Friskis och Sveltis, Posten samt ett kontorshotell. Fastigheten har idag ett bra befintligt brandskydd och samtliga lokaler inom galleriadelen är sprinklade. Rapporten har begränsats till att behandla personsäkerhet vid utrymning av galleriadelen. Skydds målet är att alla människor ska hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår. För att inte kritiska förhållanden ska uppstå måste godtagbara nivåer på brandgaslagrets höjd, sikt, temperatur, strålning och toxicitet uppfyllas.

Vid ett platsbesök som genomfördes tidigt under projektperioden identifierades ett antal brandscenarier. Dessa värderades med hänsyn till sannolikhet och konsekvens och analyserades i en riskmatris. Två av scenarierna ansågs vara de värsta troliga och valdes ut som dimensionerande scenarier. Vid behandling av dessa innefattas även ett flertal av de andra, mindre allvarliga scenarierna. De två utvalda scenarierna behandlade anlagd brand i chipshyllan på ICA Maxi samt brand i en hylla med bäddmadrasser på grund av en brandstiftare i taket på Jysk.

Scenarioanalysen för ICA Maxi genomfördes bland annat med hjälp av simuleringsverktyget FDS. Resultaten visar att utrymningssäkerheten är fullgod och att kritiska förhållanden inte kommer uppstå innan lokalen har hunnit utrymmas. Även handberäkningar har genomförts för att verifiera simuleringsresultaten.

På Jysk har branden analyserats med hjälp av simuleringsprogrammet Argos. Då sprinklerhuvudena i lokalen är av äldre typ med aktiveringstemperatur på 141 °C, så sker sprinkleraktiveringen först efter 171 sekunder. Vid tiden för platsbesöket var dessutom flera utrymningsvägar delvis blockerade. Detta sammantaget gör att åtgärder behöver vidtas för att en säker utrymning ska kunna säkerställas.

I rapporten utförs även känslighetsanalyser för utrymningstid, utebliven sprinkleraktivering samt tillväxthastighet. Utifrån resultaten rekommenderas ett antal åtgärder som listas nedan.

Åtgärder som *skall* genomföras:

- Sprinklerhuvuden i Jysks lokaler skall bytas till sprinklerhuvuden med aktiveringstemperatur om 68°C och RTI-värde $50 \text{ (ms)}^{1/2}$.
- Samtliga utrymningsvägar skall hållas fria och de som är helt eller delvis blockerade ska rensas.
- Inga släckutrustningar får blockeras och ska dessutom markeras med skyltar.
- Brännbara vätskor och aerosoler ska inte förvaras i gemensamma brandskåp på ICA Maxi utan skall delas upp i två separata skåp.

Åtgärder som *bör* genomföras:

- Utrymningsskylt för rullstolsburna i utrymningskorridoren bör finnas vid den utrymningsväg som möjliggör horisontell utrymning för rullstolsburna personer.

- Ramp för att möjliggöra utrymningen för rörelsehindrade personer bör finnas på lastkajen.
- Utrymningstrappan utanför Jysk bör bytas ut till en trappa som är minst lika bred som dörren.
- För att lätt identifiera utrymningsvägarna bör dörrarna vara utan motiv.
- Storleksmässigt bör utrymningsskyltarna framförallt på ICA Maxi att bytas ut till en något större storlek för att lättare synas från längre avstånd.
- Personalen bör ta hänsyn till var och hur reklam- och dekorationsskyltar placeras för att inte förhindra att utrymningsskyltar skymms av reklam- och dekorationsskyltar.
- Det bör säkerställas att varje verksamhet upprättar ett systematiskt brandskyddsarbete.
- Det bör säkerställas att befintliga brandtekniska barriärerna uppfyller avsedd brandteknisk klass.
- Branddörr mellan tvättrum och utrymningskorridor bör hållas stängd i normala fall. Förslagsvis genom att montera en dörrstängare.

Abstract

Sjötelegrafens Köpcentrum is a shopping mall located in Nynäshamn, Sweden. To examine the evacuation conditions in case of fire at Sjötelegrafens, a fire safety evaluation has been conducted. The report presents two dimensioning fire scenarios that are seen as representative for the shopping mall, these are fire in ICA Maxi and fire in Jysk. These different main scenarios were analyzed and simulated with the computer programs FDS, Pathfinder and Argos. The time to critical conditions were compared with the total evacuation time of each store. If the evacuation margin by calculation is to be negative, measures has to be taken. The measures summarized by this report are divided into two categories; measures that has to be done and measures that ought to be done. The measures that has to be done are:

- The sprinklers at Jysk shall be changed to sprinklers with activation temperature 68°C and an RTI-value of 50 (ms)^{1/2}.
- All emergency exits are to be completely free from blocking objects.
- No fire extinguisher equipment are to be blocked and shall be well marked with signs.
- Flammable liquids and aerosols are not to be stored within the same fire-safe cabinet.

Nomenklaturlista

A_D	Nedre öppningarnas area [m^2]
A_E	Övre öppningarnas area [m^2]
A_w	Rumsarea i kontakt med varma brandgaser [m^2]
C_d	Flödeskoefficient [-]
c_p	Specifik värmekapacitet vid konstant temperatur [$kJ/kg \cdot K$]
$D_{0,log}$	Rökpotentialen för bränslet [m^2/g]
$D_{L,log}$	Optisk täthet per meter [B/m]
h	Värmeledningskoefficient [kW/m^2K]
ΔH_c	Förbränningsenergi [MJ/kg]
H_E	Rummets höjd [m]
m	Massa [g]
\dot{m}	Massflöde [kg/s]
ΔP	Tryckskillnad [Pa]
Q	Total energi som frigörs [MJ]
\dot{Q}	Effektutveckling [kW]
\dot{q}''	Infallande strålning [kW/m^2]
R_0	Avståndet från mitten av flamman till mätpunkt [m]
T_a	Luftens temperatur [K]
T_g	Brandgasernas temperatur [K]
V	Volymen av brandrummet [m^3]
z	Brandgaslagrets höjd [m]
ρ_a	Luftens densitet [kg/m^3]
ρ_g	Brandgasernas densitet [kg/m^3]
χ	Förbränningseffektivitet [-]
χ_r	Andel strålningsenergi från flamman [-]

Akronymer

AFS – Arbetsmiljöverkets föreskrifter

BBRAD – Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd

BBR – Boverkets Byggregler

Br 0-3 – Byggnadsklasser i BBR

CFD – Computer Fluid Dynamics

DIFT – Danish Institute of Fire and Safety

E – Integritet

EKS – Europeiska konstruktionsstandard

FDS – Fire Dynamics Simulator

FT – Mekanisk från och tilluft

FTX – Mekanisk från och tilluft med VVX

I - Isolering

LSO – Lagen om skydd mot olyckor

MSB – Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap

NIST – National Institute of Standards and Technology

PBF – Plan och byggförordningen

PBL - Plan och bygglagen

PU - Polyuretan

R - Bärförmåga

REI90-M – Bärförmåga, Isolering och Integritet 90 minuter, samt mekaniskt motstånd

SBA – Systematiskt Brandskyddsarbete

SOS Alarm – Samhällets Olycksfall och Säkerhetstjänst Alarm

SP - Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vk – Verksamhetsklass

Tr – Trapphus

Innehållsförteckning

1	<u>INLEDNING</u>	1
1.1	SYFTE	1
1.2	MÅL	1
1.3	SKYDDSMÅL	1
1.4	MÅLGRUPP	1
1.5	AVGRÄNSNINGAR	1
2	<u>METOD</u>	2
3	<u>TEORI</u>	4
3.1	UTRYMNINGSTID	4
3.2	KRITISKA FÖRHÅLLANDEN	5
3.3	PROGRAM	5
3.3.1	FDS OCH SMOKEVIEW	5
3.3.2	PATHFINDER OCH PYROSIM	6
3.3.3	ARGOS	6
3.3.4	DETECT	6
3.3.5	@RISK	6
4	<u>OBJEKTSBESKRIVNING</u>	7
4.1	HISTORIK	7
4.2	BYGGNADEN	7
4.3	VERKSAMHET	8
4.4	KONSTRUKTION	9
4.5	VENTILATION	9
4.6	TILLBUDSHISTORIK	10
5	<u>BEFINTLIGT BRANDSKYDD</u>	11
5.1	SPRINKLER	11
5.2	BRANDCELLSAVGRÄNSNING	11
5.3	BRAND- OCH UTRYMNINGSLARM	12
5.4	BRANDGASVENTILERING	13
5.5	SLÄCKUTRUSTNING	13
5.6	RÄDDNINGSTJÄNST	13
5.7	SYSTEMATISKT BRANDSKYDDSARBETE	13
6	<u>REGELVERKET</u>	14
6.1	EKS, PBL OCH PBF	14
6.2	BBR 21	14
6.2.1	BRANDSKYDDSDIMENSIONERING	14
6.2.2	BRANDTEKNISKA KLASSER OCH ÖVRIGA FÖRUTSÄTTNINGAR	14
6.2.3	MÖJLIGHET TILL UTRYMNING VID BRAND	15
6.2.4	MÖJLIGHET TILL RÄDDNINGSSINSATSER	16
6.3	LAGEN OM SKYDD MOT OLYCKOR - LSO	16
6.4	LAGEN OM BRANDFARLIGA OCH EXPLOSIVA VAROR – LBE	17
6.5	ARBETSMILJÖVERKETS FÖRSKRIFTER - AFS	17

7	<u>UTRYMNING</u>	18
7.1	TILLGÄNGLIGA UTRYMNINGSVÄGAR.....	18
8	<u>RISKIDENTIFIERING</u>	20
8.1	STATISTIK	20
8.2	IDENTIFIERADE RISKER KOPPLADE TILL REGELVERKET	21
8.2.1	MÖJLIGHET TILL UTRYMNING VID BRAND	21
8.2.2	MÖJLIGHET TILL RÄDDNINGSSINSATSER	23
8.2.3	SKYDD MOT UPPKOMST AV BRAND.....	25
8.2.4	SKYDD MOT UTVECKLING OCH SPRIDNING AV BRAND OCH BRANDGAS INOM BYGGNADER	25
8.3	BRANDSCENARIER.....	25
8.3.1	SCENARIO A - BRAND PÅ ICA MAXI	25
8.3.2	SCENARIO B - BRAND PÅ JYSK	26
8.3.3	SCENARIO C - BRAND I DOLLARSTORE.....	26
8.3.4	SCENARIO D - BRAND I RESTAURANGKÖK ASIAN DELI	26
8.3.5	SCENARIO E - BRAND PÅ LASTKAJ.....	26
8.3.6	SCENARIO F - BRAND I PAPPERSKÖRG GALLERIAGÅNG	27
8.3.7	SCENARIO G - BRAND I TRUCK PÅ LADDNING	27
8.3.8	SCENARIO H - BRAND I TVÄTTRUM	27
8.4	RISKMATRIS.....	28
8.5	VAL AV BRANDSCENARIER.....	28
9	<u>SIMULERINGAR</u>	30
9.1	FDS.....	30
9.2	ARGOS	31
9.3	PATHFINDER	31
10	<u>BRAND PÅ ICA MAXI</u>	32
10.1	SCENARIOBESKRIVNING.....	32
10.2	EFFEKTUTVECKLING.....	33
10.3	HANDBERÄKNINGAR	34
10.4	FDS-SIMULERING	35
10.5	UTRYMNING	38
10.6	RESULTAT	39
11	<u>BRAND PÅ JYSK</u>	40
11.1	SCENARIOBESKRIVNING.....	40
11.2	EFFEKTUTVECKLING.....	41
11.3	UTRYMNING	42
11.4	SIMULERING I ARGOS.....	43
11.5	HANDBERÄKNINGAR	43
11.6	RESULTAT	44
12	<u>KÄNSLIGHETSANALYS</u>	45
12.1	KÄNSLIGHETSANALYS FÖR SCENARIO A	45
12.1.1	UTRYMNINGSTIDEN	45
12.1.2	SPRINKLERAKTIVERING	46
12.1.3	TILLVÄXTHASTIGHET	50
12.2	KÄNSLIGHETSANALYS FÖR SCENARIO B	53

12.2.1	UTRYMNINGSTIDEN	53
12.2.2	SPRINKLERAKTIVERING	54
12.2.3	TILLVÄXTHASTIGHET	56
13	<u>RESULTAT EFTER FÖRBÄTTRINGAR</u>	<u>58</u>
13.1	BYTE AV SPRINKLERHUVUDEN PÅ JYSK	58
13.2	SKAPANDE AV FRIA UTRYMNINGSVÄGAR	58
14	<u>BORTTAGANDE AV UTRYMNINGSVÄG.....</u>	<u>59</u>
15	<u>DISKUSSION.....</u>	<u>61</u>
15.1	METOD	61
15.2	SCENARIO.....	61
15.3	KÄNSLIGHETSANALYS - UTRYMNINGSTID.....	61
15.4	RESULTAT	61
15.4.1	RESULTAT ICA MAXI	61
15.4.2	RESULTAT JYSK	62
15.5	SIMULERINGAR.....	63
15.5.1	FDS	63
15.5.2	PATHFINDER.....	64
15.5.3	ARGOS.....	65
16	<u>SLUTSATS.....</u>	<u>66</u>
16.1	ÅTGÄRDER SOM SKALL GENOMFÖRAS	66
16.2	ÅTGÄRDER SOM BÖR GENOMFÖRAS.....	66
17	<u>REFERENSER.....</u>	<u>67</u>
18	<u>BILAGOR.....</u>	<u>69</u>
	<u>BILAGA A - HANDBERÄKNINGAR ICA MAXI.....</u>	<u>69</u>
	<u>BILAGA B – HANDBERÄKNINGAR JYSK.....</u>	<u>73</u>
	<u>BILAGA C - KÄNSLIGHETSANALYS</u>	<u>77</u>
	<u>BILAGA D – ARGOS.....</u>	<u>79</u>
	<u>BILAGA E – FDS-INPUT.....</u>	<u>82</u>

1 Inledning

Rapporten ingår i kursen *Brandteknisk Riskvärdering, VBR054*, som ges vid Lunds Tekniska Högskola vårterminen 2016. Rapporten behandlar personsäkerhet vid en eventuell brand i Sjötelegrafan köpcentrum som är beläget i Nynäshamn. I detta kapitel presenteras bakgrund, syfte, mål samt avgränsningar och metod.

1.1 Syfte

Syftet med rapporten är att analytiskt genomföra en brandteknisk riskvärdering av Sjötelegrafan köpcentrum. Här kommer kunskaper från framförallt kursen Brandteknisk Riskvärdering, men även andra tidigare kurser, att användas för att analysera och värdera personsäkerheten med avseende på utrymning vid en eventuell brand i köpcentret.

1.2 Mål

Målet med arbetet är att med stöd av den brandtekniska riskvärderingen utvärdera personsäkerheten med avseende på utrymning och fastställa om utrymningen kan genomföras på ett säkert sätt eller inte. Utifrån resultatet ska gruppen ge förslag på åtgärder som skall, respektive bör genomföras för att uppfylla tillfredsställande personsäkerhet.

1.3 Skyddsmål

Skyddsmålet ansätts till att utrymning ska ske under säkra förhållanden, det vill säga utrymningen ska ske innan kritiska förhållanden uppstår.

1.4 Målgrupp

Rapporten vänder sig till den lokala räddningstjänsten, fastighetsägaren och enskilda butiksägare vid Sjötelegrafan köpcentrum samt studenter vid brandingenjörsprogrammet.

1.5 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till att handla om utrymningssäkerhet. Hänsyn har alltså inte tagits till egendomsskydd eller miljöpåverkan. Simuleringar och beräkningar har endast genomförts under den tid det tar att utrymma köpcentrumet, alltså har det sena brandförloppet inte analyserats. Byggnadens bärverk antas vara intakt under denna tid, då den enligt brandskyddsdocumentation bedöms uppfylla R 60 (Hult, 2014).

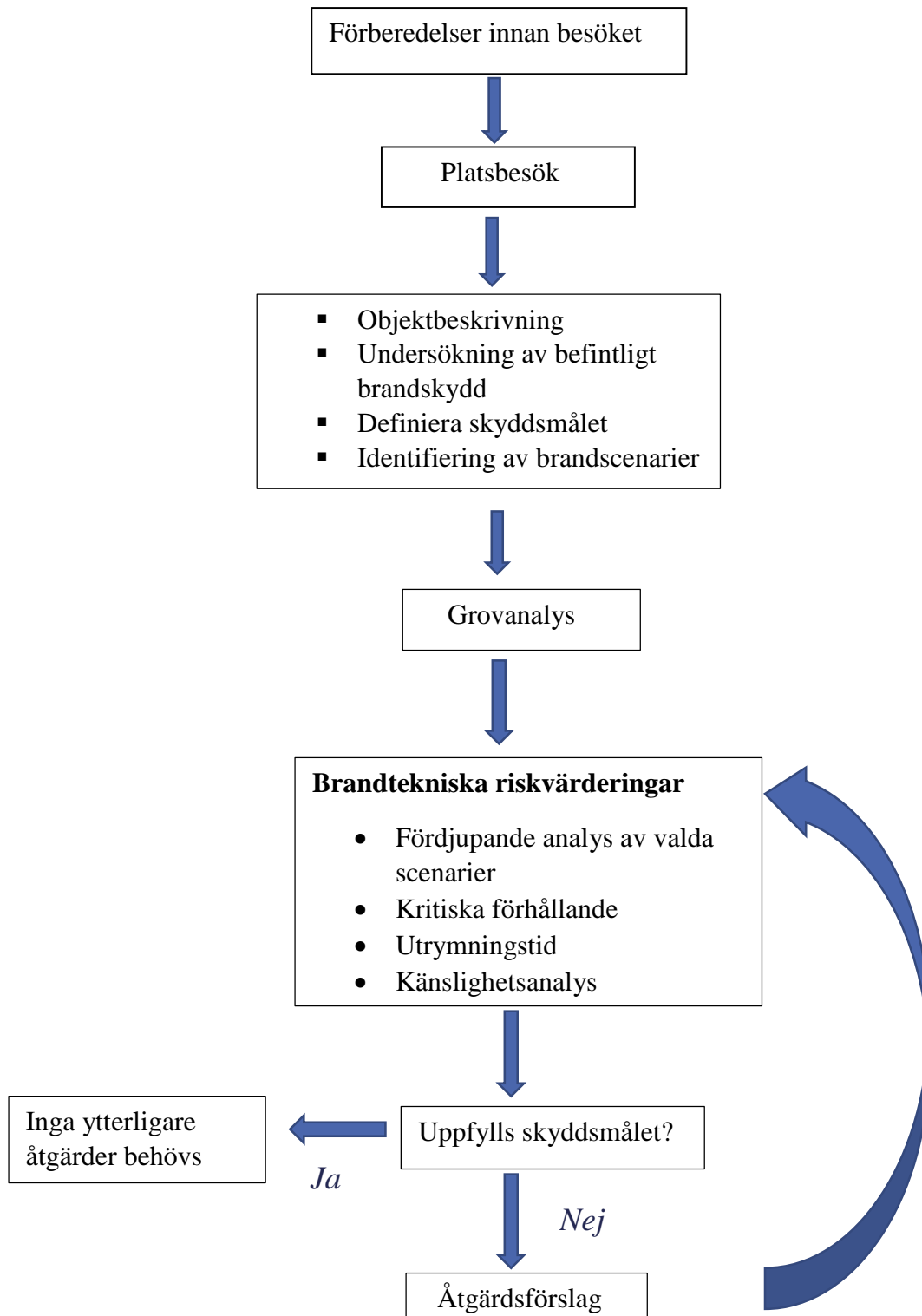
Brandscenarier och analyser har begränsats till köpcentrumdelen av byggnaden. Här ingår galleriagång, ICA Maxi med tillhörande biutor, övriga butiker samt utrymningsvägar på första plan. Det finns flera våningar med kontorslokaler på byggnaden men dessa är outhyrda och det beräknas inte finnas några människor i lokalerna.

2 Metod

Gruppen förberedde sig inför besöket genom att studera ritningarna över köpcentrumet, diskutera viktiga hållpunkter inför besöket med handledaren samt ta mailkontakt med kontaktpersonen från räddningstjänsten i Nynäshamn. Därefter togs en checklista fram med väsentliga frågor som skulle ställas och observationer som skulle göras.

Objektbesöket genomfördes den 11 februari 2016 tillsammans med handledaren från brandteknik på LTH och representanterna från räddningstjänsten i Nynäshamn. Under besöket samlades underlaget för rapporten in genom dokumentation av dimensioner på utrymningsdörrar och utrymningsvägar, mätning av takhöjd och storlek på brandgasluckor. Under rundvandringen diskuterades lämpliga avgränsningar och möjliga brandscenarier som skulle kunna uppkomma i objektet. Det undersöktes även om regelbundna brandövningar genomfördes med butikspersonalen.

Efter besöket sammanställdes all information som erhållits. Det befintliga brandskyddet undersöktes utefter befintlig dokumentation. Skyddsmål samt kritiska förhållanden definierades och ett antal brandscenarier utvärderades. Två brandscenarier som ansågs dimensionerande för utrymnings säkerhet valdes ut med hjälp av riskidentifiering för djupare analys. Tid till kritiska förhållanden enligt Boverket samt utrymningstiden bestämdes med hjälp av simuleringar och handberäkningar (Boverket, 2013). För att bedöma personsäkerheten undersöktes om utrymningstiden var kortare än tiden till kritiska förhållanden, det vill säga om $t_{utrymning} < t_{kritisk}$. För att kontrollera hur de olika parametrarna påverkar resultatet utfördes en känslighetsanalys. Om utrymningen inte var tillfredställande togs ett antal verifierade och validerade åtgärdsförslag fram. Avslutningsvis diskuterades resultaten och slutsatser drogs gällande anläggningens personskydd. För att underlätta förståelsen av processen presenteras nedan ett flödesschema, se Figur 1.



Figur 1. Flödesschema över arbetsgång

3 Teori

Nedan följer relevant teori gällande utrymningstid, kritiska förhållanden samt program som används för simulering.

3.1 Utrymningstid

Den beräknade utrymningstiden delas upp i tre faser, som sinsemellan tar olika lång tid. Dessa är:

- Varseblivning
- Förberedelse
- Förflyttning

Den tid de olika faserna tar är svår att uppskatta och beror på en mängd olika ingångsvärden. För att uppnå Boverkets uppsatta mål om att alla ska hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår så krävs att den totala utrymningstiden är kortare än tiden det tar att uppnå kritiska förhållanden (Frantzich, 2001).

$$t_{\text{varseblivning}} + t_{\text{förberedelse}} + t_{\text{förflyttning}} < t_{\text{kritisk}}$$

Med varseblivningstid menas den tid det tar för en person att upptäcka att något onormalt har inträffat, antingen på grund av att personen ser branden eller att utrymningslarmet aktiveras. För personer som ser branden är varseblivningstiden kortare än för de som inte ser branden.

Förberedelsetiden (även kallad beslut och reaktion) är en parameter som påverkas av en rad olika faktorer. Exempel på sådana faktorer kan vara sociala egenskaper hos personen, byggnadens utformning samt typ av utrymningslarm. Till exempel har tester visat att ett talat meddelande på utrymningslarmet ofta är effektivare än bara en ljudsignal (Frantzich, 2001).

Den sista fasen, som handlar om förflyttningstiden, är den som är lättast att uppskatta. Det handlar om den tid det tar för en person att förflytta sig till säker plats, vilket kan vara en utrymningsväg till ny brandcell eller ut i det fria (Frantzich, 2001).

I följande rapport är värden för förberedelsetiden tagna från BBRAD och redovisas i Tabell 1 (Boverket, 2013).

Tabell 1. Förberedelsetid för utrymning av varuhus enligt Boverket.

Verksamhet	Person ser branden	Tid
Varuhus	Ja	1 min
Varuhus, inget larm	Nej	4 min
Varuhus, enkelt talat meddelande	Nej	2 min
Mindre butik (Jysk), med larmdon i lokal	Nej	1 min

Enligt BBRAD 3 bör varseblivningstiden aldrig sättas till mindre än 30 sekunder för de personer som ser branden. För beräkning av andra tider till varseblivning används detektering med hjälp av branddetektor eller sprinkleraktivering på grund av temperaturen i brandgaslagret. (Boverket, 2013)

3.2 Kritiska förhållanden

För att uppfylla personsäkerheten skall utrymning ha skett innan kritiska förhållanden uppstår. Kriterier för kritiska förhållanden anges under kapitel 3.4 i BBRAD. För att anses godtagbart ska kriterierna för temperatur, toxicitet och värmestrålning understiga de kritiska nivåerna. Det får samtidigt inte bli någon kritisk nivå på brandgaslagret alternativt på siktbarheten under utrymningstiden. Det räcker alltså att något av de tre kriterierna för temperatur, toxicitet eller värmestrålning uppfylls för att brandskyddet skall anses otillräckligt, men om siktbarheten eller höjden till brandgaslagret blir kritisk måste även något annat kriterium uppfyllas. (Boverket, 2013)

”För att uppfylla godtagbar nivå bör kriterium 1 eller 2 samt kriterium 3–5 vara uppfyllda. Detta innebär att utrymning i vissa fall kan accepteras ske genom brandgaserna. Sikten bör beräknas mot vägledande markeringar, väggar eller motsvarande.” (Boverket 2013, 10)

1. Höjd till Brandgaslagret

Kritisk höjd till brandgaslagret beräknas med följande ekvation: $1,6 + (rumshöjd[m] \cdot 0,1)$. Detta är den lägsta höjd som anses acceptabel vid utrymning.

2. Siktbarhet

Gränsen för siktbarhet mäts två meter över golvet, för utrymmen över 100 m² är det kritiska värdet tio meter. För utrymmen mindre än, eller lika med, 100 m² är fem meter den kritiska siktbarheten. Det senare kriteriet kan även tillämpas när till exempel köbildning sker vid trappgångar.

3. Värmestrålning

Värmestrålningen får maximalt uppgå till 2,5 kW/ m² alternativt 10kW/ m² i kombination med maximalt 60 kJ/ m² under korta perioder.

4. Toxicitet

Tre olika ämnen anges i kritiska koncentrationer, alla tre mäts 2,0 meter över golvet. För kolmonoxid (CO) är den kritiska koncentrationen mindre än 2000 ppm, för koldioxid (CO₂) gäller mindre än 5 % och för syrgaskoncentrationen (O₂) gäller mindre än 15 %.

5. Temperatur

Den kritiska temperaturen är 80 °C.

3.3 Program

För att simulera scenarion och verifiera resultat användes ett antal datorprogram. Dessa är alla väl erkända inom branschen och används ofta i brandskyddsdokumentationer.

3.3.1 FDS och Smokeview

Fire Dynamics Simulator, FDS, är ett program baserat på Computer Fluid Dynamics (CFD) som beräknar ett stort antal Navier-Stokes ekvationer för att beskriva branden och brandgasernas rörelser. Programmet är framtaget av National Institute of Standards and Technology (NIST) och är gratis att använda. Det är enkelt uppbyggt, användaren måste själv

koda bland annat rumsdimensioner, brandkälla samt var och vilka mätpunkter som skall finnas. Programmet Smokeview är framtaget för att kunna visualisera utdata från FDS. (NIST, 2016)

3.3.2 Pathfinder och Pyrosim

Pyrosim är ett grafiskt program för att rita byggnader i 3D. Programmet kan användas till att köra FDS men kan även konvertera geometrier till ritningsformat och importera dem till Pathfinder. Pathfinder är ett utrymningsprogram där byggnaden ritas upp i 2D. Det är sedan möjligt att placera ut trappor och dörrar samt att bestämma olika utrymningsparametrar. Därefter kan simuleringen köras och en utrymning i 3D erhålls av programmet (Thunderhead, 2016)

3.3.3 Argos

Argos är ett mjukvaruprogram som används för att simulera utveckling av bränder och transport av rök i ett inneslutet utrymme. Med Argos finns det möjlighet att beräkna och förutse en specifik brands effektutveckling, olika gaskoncentrationer samt rökgaslagars höjd. De beräkningar som Argos utför baseras på en så kallad två zons-modell. Programmet är utvecklat av Thomas Deibjerg, Bjarne Paulsen Husted, Henrik Bygbjerg och Divid Westerman vid Danish Institute of Fire and Safety Technology (DIFT). (Deibjerg, Paulsen Husted, Bygbjerg, & Westerman, 2003)

3.3.4 Detact

Detact är en beräkningsmodell som finns tillgänglig som applikation till smarta enheter. Applikationen kan användas för att beräkna aktiveringstid för sprinklers. Genom att föra in ett antal parametrar såsom rumshöjd, aktiveringstemperatur samt effektutveckling fås ett värde för aktiveringstiden. Metoden är baserad på DETACT-T2-koden som presenteras i ”Methods to calculate the response time of heat and smoke detectors installed below large unobstructed ceilings” av David D. Evans och David W. Stroup, publicerad av The National Bureau of Standards 1985. (Molinelli, 2012)

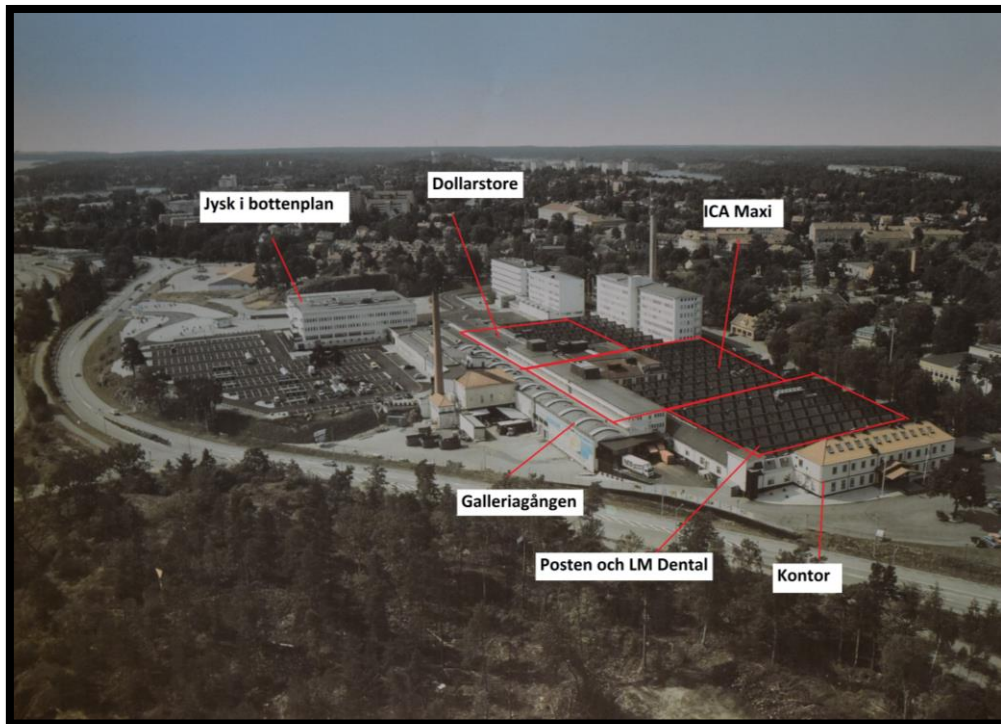
3.3.5 @Risk

@Risk är ett tillägsprogram till Excel som utför riskanalyser med hjälp av Monte Carlo-simuleringar för att visa hur stor sannolikheten är för att en viss händelse skall inträffa. Programmets simuleringar baseras helt på matematiska, objektiva beräkningar och kan därför spåra många framtida utfall och scenarios, vilket underlättar vid beslutsfattande. Programmet är utvecklat av Palisade. (Palisade Corporation, 2016)

4 Objektsbeskrivning

En allmän beskrivning om objektet utförs i detta kapitel. I denna ingår en beskrivning av byggnaden, ventilationen och tillbudshistoriken.

Sjötelegrafens köpcentrum med handel och service ligger vid infarten till Nynäshamn. Byggnaden är ursprungligen en televerkstad uppförd 1913. Stor del av byggnaden är från den dåvarande televerkstaden, dock har en mindre tillbyggnation genomförts som innefattar Jysk samt kontorshotell, se Figur 2.



Figur 2. Översiktsbild över Sjötelegrafens köpcentrum.

4.1 Historik

Kvarteret har anor från 1910-talet då en televerkstad uppfördes. Denna drevs först i Telegrafverkets regi men har under åren utvecklats och senare drivits av *LM Ericsson*. Televerkstaden expanderade ända fram till slutet av 80-talet och var då en av de största arbetsgivarna i Nynäshamn. Vid ombyggnaden har karaktären av industribyggnad bevarats vilket ger handelsplatsen en unik karaktär. Sjötelegrafens ägs och utvecklas sedan 2009 av *KF fastigheter*. (Sjötelegrafens, 2016)

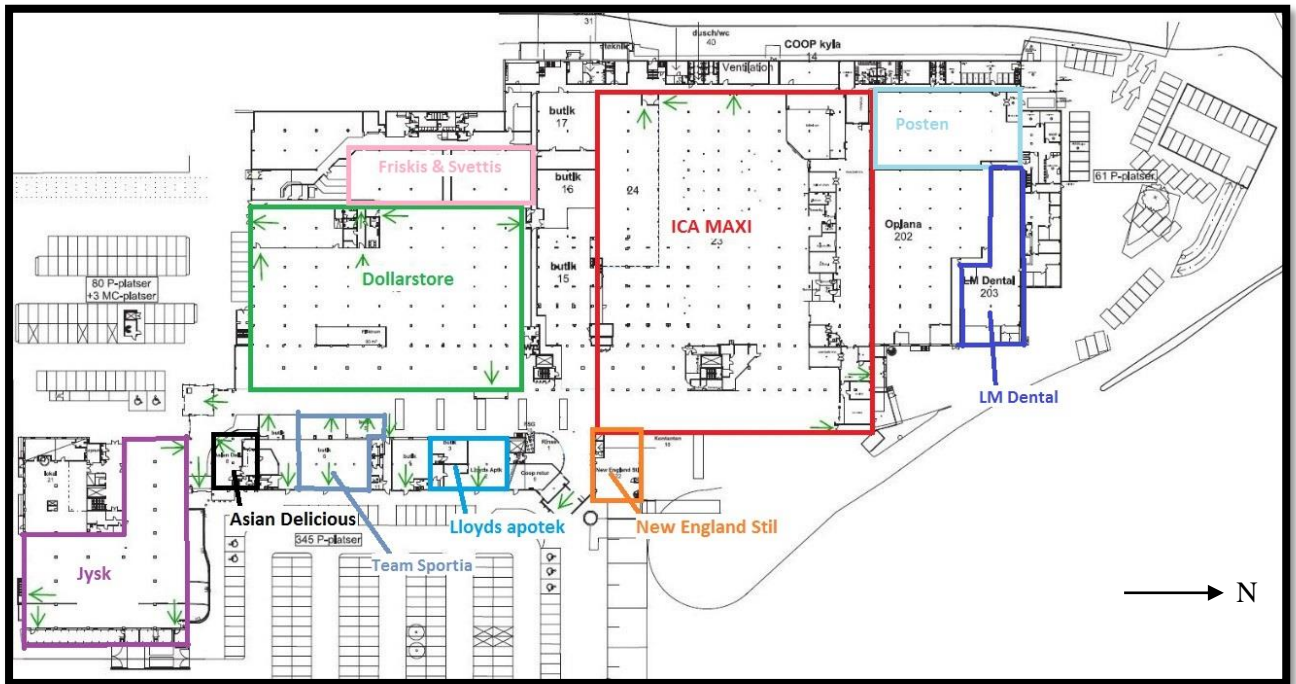
4.2 Byggnaden

Sjötelegrafens utgörs av en före detta industrihall som består av ett källarplan, markplan och tre huskroppar som är uppförda i två våningsplan utöver huvudbyggnaden, se Figur 2. Markplanet består dels av galleriagången och ett flertal lokaler som tagits i bruk för handel och service. Total bruttoarea i markplanen är ca 21 500 m². Källarplanet utgör lagringsutrymme för hyresgäster samt vakanta ytor. En dansstudio samt teknik- och driftsutrymmen finns också beläget i källarplanet.

Byggnadens totala bruttoarea för samtliga våningsplan är 36 000 m².

4.3 Verksamhet

I Figur 3 presenteras placeringen av de olika verksamheterna i byggnaden.



Figur 3. Överblick av byggnaden med de olika verksamheterna. Notera att ritningen är utförd innan ombyggnation och kan därför vara missvisande.

- **ICA-Maxi** – Största butiken i Sjötelegrafan är nuvarande ICA Maxi som ligger nordväst om huvudingången. Tidigare tillhörde butiken Coop Extra och alla planlösningar är från denna tid. Efter att ICA Maxi tog över butiken har en del av de inre väggarna tagits bort och butiken är något större än vad som syns i planlösningarna. Vid ombyggnationen ändrades även kassornas placering något. Butiken har en area på 4780 m². Takhöjden i butiken varierar mellan 4,5 och 6,0 meter. Eftersom ICA Maxi är en livsmedelsbutik bedöms den vara den verksamhet som har flest besökare dagligen. Vid ingången till affären finns en förbutik som även fungerar som café och fikaplats.
- **Dollarstore** - Dollarstore är till yta den näst största butiken med sina 2960 m². Butiken har ett brett sortiment med exempelvis leksaker, snacks, kläder, tvättmedel samt en del brandfarliga varor som förvaras i brandavskiljande skåp i mitten av butiken.
- **Jysk** - Till vänster om sydöstra entrén ligger Jysk. Butiken är 1020 m² till ytan och säljer bland annat sängar, madrasser, täcken, filtar, plastförvaring, korgar och möbler.
- **Asian Delicious** - Mittemot Jysk, precis till höger om entrén ligger en mindre restaurang på 160 m², vilken tillagar asiatisk mat. Restaurangen har plats för ca 50 ätande gäster och har flest besökare under lunchtid.

- **Lloyds Apotek** - I galleriagången, mittemot Dollarstore ligger ett apotek som säljer läkemedel och hälsofrämjande produkter. Butiken har en yta på 150 m².
- **Team Sportia** - Team Sportia är en sportaffär som precis har öppnat i Sjötelegrafan. Den är belägen mellan restaurangen och apoteket och har en yta på 350 m². De säljer bland annat kläder, skor och sportutrustning.
- **New England Stil** - Till höger om huvudentrén finns en outletaffär som till största del säljer kläder och accessoarer för kvinnor. Butiken har en area på ungefär 180 m².
- **Friskis och Svettis** – Ett gym beläget bakom Dollarstore. Lokalen innehåller träningsutrustning och styrketräningsmaskiner. Lokalens yta är 1630 m².
- **Posten** - En lokal på 630 m² ligger på kortsidan av byggnaden intill ICA Maxi. Lokalen hyrs ut till Posten och innehåller med största sannolikhet en stor mängd paket och papper, vilket kan innebära en relativt stor brandbelastning.
- **LM Dental** - En tandvårdcentral också belägen på kortsidan av byggnaden intill ICA Maxi. Tandvårdcentralen har separat ingång från utsidan och en yta på 390 m².
- **Lokaler i andra plan** - Lokaler på övriga våningsplan innefattar till största del kontorsavdelningar varav de flesta är tomma lokaler utan hyresgäster.

4.4 Konstruktion

Sjötelegrafans bärande konstruktion samt majoriteten väggar, golv och tak är uppförda i betong och uppfyller som lägst brandteknisk klass R 60. Eftersom risken för personskada vid kollaps av byggnader är stor ställs högre krav gällande brandteknisk klass på bärverksdelar. Glaskonstruktionen i brandcellsgräns är utförda i brandteknisk klass E 30. Ytskiktet i tak och väggar i galleriagången samt utrymningsvägar uppfyller brandteknisk ytskiktssklass B-s1, d0.

4.5 Ventilation

Byggnaden betjänas av flera separata ventilationssystem som utgår från olika fläktrum. Fläktaggregaten är företrädesvis av typen FTX eller FT. Fördelaktigen betjänar varje aggregat en egen brandcell. Detta gör att brandspridning genom ventilationssystemet undviks. I de fall där samma aggregat betjänar flera brandceller så har brandavskiljning i ventilationskanalerna säkerställts med brandgasspjäll.

Till största del är inte ventilationssystemet isolerat, utan det befintliga sprinklersystemet förväntas förhindra brandgastemperaturer (>300°C) som kan ge spridning i systemet. I ytor som saknar sprinkler har dock ventilationskanalerna isolerats för att undvika brandspridning därigenom. (Hult, 2014)

ICA Maxis lokaler ventileras från ett fläktrum som ligger i bakkant av butiken, i anslutning till utrymningskorridoren. Jysk, som ligger i bottenplan på det högre huset, ombesörjs av ett fläktrum intill trapphuset på plan 3 i det huset. Då inga fullständiga ventilationsritningar har

erhållits för objektet, har uppgiften begränsats till att få en grov uppfattning om ventilationen i utrymmena för valda brandscenarier.

4.6 Tillbudshistorik

Sjötelegrafen har haft mycket få tillbud som är kända för räddningstjänsten. De problem som uppstått har främst varit under tiden som ombyggnationer sker. Det har även under byggtiden uppmärksammats ett antal brister i brandskyddet. Ett exempel på detta är att sektioner, som av brandtekniska skäl skall vara sprinklade, har saknat eller haft fränkopplade sprinkler (Kullman, 2016)

Det enda kända brandtillbudet som skett är brand i en container på lastkajen utanför ICA Maxi. Detta tillbud skedde under byggtiden i ett skede då ventilationen var avstängd. Detta fick till följd att brandgaser från containerbranden blåste in i köpcentrumet och var därefter svåra att ventileras ut. Ett antal onödiga automatlarm har också inträffat på grund av felplacerade detektorer.

För att ändå få en uppfattning om hur mycket insatser som sker i köpcentrum så har MSB:s statistikdatabas IDA studerats. I Tabell 2 redovisas ett utdrag för antal bränder i byggnad inom området handel. Det som kan utläsas ur tabellen är att statistiken har en positiv trend, antal insatser minskar. De senaste åren har omkring 200 bränder inträffat. Av dessa är ca 25 % konstaterade vara anlagda med uppsåt. Observera att endast brandtillbud har beaktats, och alltså inte andra tillbud och onödiga larm. (MSB, 2016)

Tabell 2 Antal brandtillbud i handeln enligt statistik från MSB

År	Typ	Antal insatser
2014	Brand i byggnad, Handel	199
2013	Brand i byggnad, Handel	203
2012	Brand i byggnad, Handel	196
2011	Brand i byggnad, Handel	235
2010	Brand i byggnad, Handel	246
2009	Brand i byggnad, Handel	226
2008	Brand i byggnad, Handel	243
2007	Brand i byggnad, Handel	246
2006	Brand i byggnad, Handel	243

5 Befintligt brandskydd

I följande kapitel beskrivs det brandskydd som Sjötelegrafan har idag. Brandskyddet beskrivs främst i den brandskyddsdokumentation med tillhörande brand- och utrymningsutredning som har genomförts 2014 av konsultfirman *FireTech Engineering* (Hult, 2014). Befintligt brandskydd har även studerats vid platsbesök den 11 februari 2016.

Överlag har brandskyddet kunnat lösas med förenklad dimensionering enligt den då gällande BBR 16, men i två av verksamheterna har en analytisk dimensionering behövts utföras. Detta gäller ICA Maxi (tidigare Coop) samt Dollar Stores lokaler där gångavstånden till närmsta utrymningsväg har överskridit de föreskrivna 40 meter (inklusive påslag för sprinkler) som gäller för publika lokaler.

5.1 Sprinkler

Nästan hela fastigheten är utrustad med ett automatiskt, heltäckande våtrörsystem. Den primära vattenförsörjningen sker via det kommunala vattennätet. Endast ett fåtal ytor är osprinklade, dessa är:

- Mindre, undantagna utrymmen inom i övrigt sprinklade lokaler som till exempel kyl- och frysutrymmen samt transformatorstationer
- Plan 3 och 4 i samma tillbyggnad som Jysk
- Byggnaden som tandvårdcentralen ligger i
- Utrymningskorridorer inom galleria som är placerade i egen brandcell (EI60) och fria från brännbart material

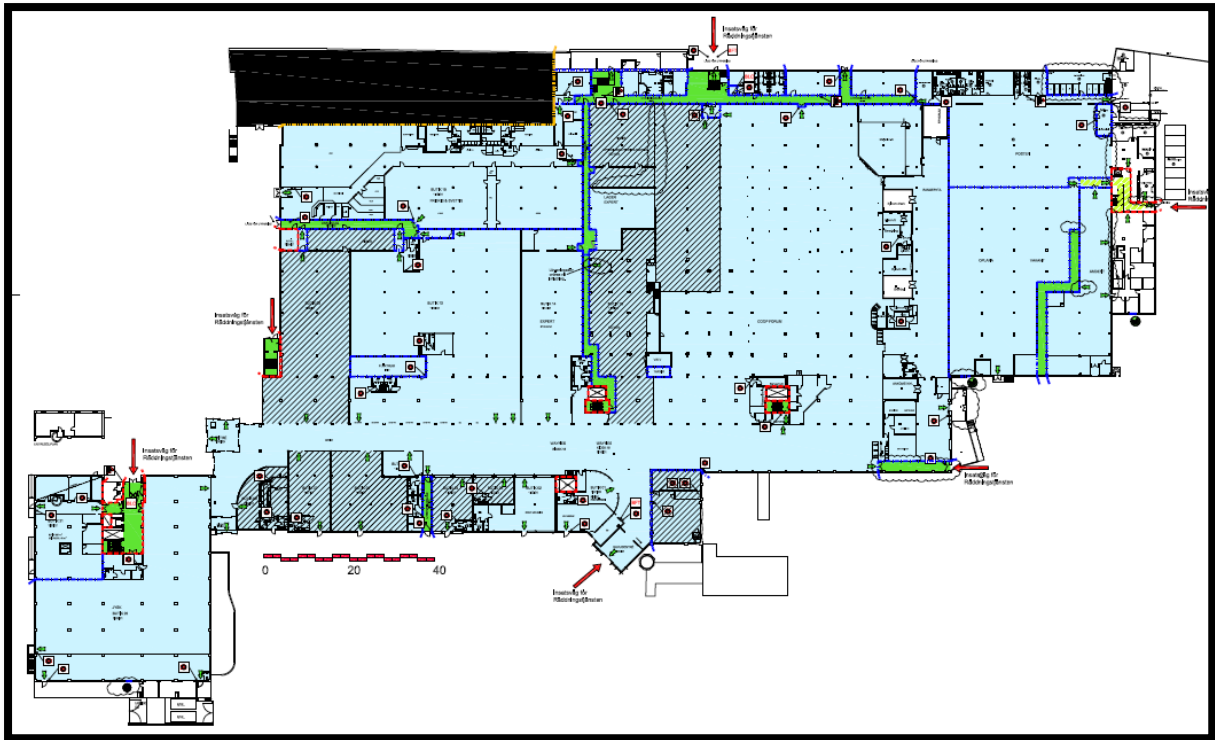
I köket på Asian Deli har sprinkler anpassade för storkök installerats i fläktkåpor för att förhindra spridning av brand från fritös och stekbord.

Sprinklercentralen är placerad på byggnadens västra sida med en separat ingång i fasaden mot Industrivägen. Anslutning för sekundär vattenförsörjning via uppkoppling av brandslang finns i direkt anslutning till dörren. Rummet är lättillgängligt för räddningstjänstens fordon.

I byggnaden används olika typer av aktiveringstemperaturer i sprinklerhuvuden. På Jysk är sprinklerhuvudena av en äldre modell som aktiverar vid 141°C medan de i galleriagången samt i ICA-Maxis lokaler aktiverar redan vid 68°C.

5.2 Brandcellsavgränsning

I Figur 4 ges en beskrivning över köpcentrumets brandcellsindelning. Butiker och galleriagång ligger i samma brandcell. Väggar och dörrar ut i utrymningsvägar (gröna partier) är generellt utförda i EI30 (blåstreckat i figuren). Trapphus och hisschakt har avgränsats i EI60 (röd markering). I bildens övre vänstra hörn finns en gammal, robust brandvägg bevarad i REI90-M.



Figur 4. Brandcellsindelning i köpcentrumdelen.

I byggnadens källarplan samt runt kontorsdelarna på plan tre och fyra är samtliga brandcellsindelningar uppförda enligt EI60. Byggnaden har även en befintlig brandcellsindelning EI60 mellan våningsplanen.

5.3 Brand- och utrymningslarm

Då galleriagången med butiker samt Friskis och Sveltis utgör samlingslokaler för stora folkmassor så har dessa delar av byggnaden försatts med ett automatiskt brand- och utrymningslarm. Branddetektionssystemet är utfört enligt SBF 110:6. Då både gallerian och Friskis och Sveltis är sprinklade har rökdetektorerna tillåtits sitta förglesat, det vill säga 1 detektor per 200m² (Hult, 2014). Larmsystemet är indelat i två sektioner, en för gallerian och en för Friskis och Sveltis, med var sin brandförsvarstablå. Vid en eventuell brand på Friskis och Sveltis kommer således inte galleriadelen att utrymmas om inte detta sker manuellt av räddningstjänsten. Larmtryckknappar för manuell aktivering av brandlarmet finns i skälig omfattning. Dessa knappar är, tillsammans med rökdetektorer och sprinklersystemets larmventil, vidarekopplade till SOS Alarm.

Vid aktiverat brandlarm sker ett antal händelser:

- Brandspjäll stängs
- Dörrar i brandcellsgräns på dörrhållarmagnet stängs
- Utrymningslarmet aktiveras i aktuell sektion
- Brandgasevakueringsfläktar i gallerian aktiveras
- Räddningstjänsten tillkallas
- Skjutdörrspartier öppnas i entréer (oklart dock hur den nya rotationsdörren i huvudentrén beter sig vid brand)
- Utbrytningslarm på utrymningsdörrar inaktiveras

Utrymningslarmet består av ett enkelt talat meddelande i kombination med blyxtljus.

Övriga verksamheter inom Sjötelegrafen (Posten, Malins Dansstudio, Nynäs Rehab, Distriktstandläkaren samt kontorshotell) har egna lokala automatiska utrymningslarm. Dessa är försedda med ljuddon (sirener) samt blyxtljus där behov föreligger.

5.4 Brandgasventilering

Galleriagång med butiker samt Friskis och Svettis har försetts med mekanisk brandgasventilation genom speciella brandgasfläktar. Enligt brandskyddsdocumentationen aktiveras fläktarna sektionsvis automatiskt via brandlarmsystemet (Hult, 2014). I galleriagången finns 5 stycken fläktar á 3 m³/s jämnt fördelade i gången. Inom ICA Maxi finns 11 stycken fläktar á 1 m³/s. I övriga butiker samt Friskis och Svettis finns ytterligare 35 fläktar á 1 m³/s jämnt fördelade. Enligt uppgifter från den lokala räddningstjänsten är funktionaliteten hos fläktarna oviss.

I taket över ICA Maxi och Dollar Store finns rökgasluckor som mäter 0,5 x 0,5 meter. Tilluften i galleriadelen utgörs av skjutdörrar i entréer. Dessa öppnas vid aktiverat brandlarm. Den nya rotationsdörren i huvudentrén är oklart hur den fungerar men bör för att uppfylla brandskyddskraven också öppnas vid aktiverat brandlarm.

5.5 Släckutrustning

Handbrandsläckare finns utplacerat i hela köpcentrumdelen i skälig omfattning. Riktvärdet bör vara max 25 meter mellan två släckare. Inomhusslangbrandposter behöver ej finnas i sprinklade ytor eller i lokaler med normal brandbelastning, till exempel kontorsdelen. Dock har slangbrandposter placerats i källargången samt inom Postens lokaler. Det finns även ett antal slangbrandposter inom kontorsdelarna på plan tre och fyra.

5.6 Räddningstjänst

I Nynäshamn finns en brandstation med bemanning av ett befäl samt fem brandmän dygnet runt. Framkörningstiden till Sjötelegrafen är ca 4-5 minuter. Tillgängligheten runt byggnaden för räddningstjänstens fordon är god. Angreppsvägar in i lokalen utgörs av befintliga dörrar och portar i fasaden. Brandvattenförsörjning sker genom det kommunala vattennätet. Brandförvarstablån finns placerad innanför köpcentrumets östra entré (vid New England stil).

5.7 Systematiskt brandskyddsarbete

Ett systematiskt brandskyddsarbete (SBA) skall finnas. Vid platsbesöket framkom vissa oklarheter kring detta. Varje verksamhet måste ha en plan för hur man ska bedriva sitt brandskydd med hänseende på bland annat brandskyddsansvarig, utbildningsplan för anställda, rutiner vid brand samt skyddsronder. Vid intervjuer med anställda så visade det sig att vissa butiker hade ett bra SBA medan andra hos andra var det obefintligt eller okänt av de anställda.

6 Regelverket

Samhället ställer krav på byggnadstekniskt brandskydd genom lagar och förordningar. Nedan beskrivs några av de lagar som är aktuella för objektet. (Brandteknik, 2014)

6.1 EKS, PBL och PBF

Sverige är skyldiga att följa de föreskrifter och allmänna råd Europeiska Unionen tar fram. Dessa kallas Europeiska konstruktionsstandarder (EKS) eller *eurokoder* och är inarbetade i de Svenska lagarna. 2016 kom en ny utgåva av EKS, men enligt övergångsbestämmelserna kan den gamla utgåvan användas till den 31 december 2016 (Boverket, 2016). Plan och bygglagen (PBL) och den tillhörande plan och byggförordningen (PBF) är grundläggande bestämmelser för all byggnation inklusive brandskydd i Sverige (Brandteknik, 2014).

6.2 BBR 21

För att uppfylla de lagstadgade kraven har Boverket sammanställt ett antal allmänna råd och föreskrifter vilka sammanfattas i Boverkets byggregler. Dessa uppdateras kontinuerligt och för tillfället används upplaga 21. I BBR 21 kommer personsäkerheten i första hand. (BBR 21)

Dagens regelverk om säkert brandskydd är inte detsamma som när Sjötelegrafan byggdes. Trots detta jämförs Sjötelegrafan och tillbyggnaderna med dagens gällande regelverk.

6.2.1 Brandskyddsdimensionering

Byggnader ska utformas med sådant brandskydd att brandsäkerheten blir tillfredsställande enligt allmänna förutsättningar i BBR 21. Dessutom ska brandskyddet ha sådan robusthet att skyddet inte slås ut av enskild händelse eller andra påfrestningar.

Enligt avsnitt 5:11 ska byggnadens brandskydd projekteras, utformas och verifieras genom förenklad eller analytisk dimensionering. Förenklad dimensionering innebär att byggherren uppfyller föreskrifterna genom de lösningar och metoder som anges i de allmänna råden i avsnitt 5:2–5:7 i BBR 21. Vid analytisk dimensionering kan verifiering av byggnadens brandskydd genomföras med hjälp av kvalitativ bedömning, scenarioanalys eller kvantitativ riskanalys. Verifiering utförs på det sätt som framgår av Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd. (Boverket, 2013)

6.2.2 Brandtekniska klasser och övriga förutsättningar

Avsnitt 5:2 i boverkets byggregler handlar om följande delar.

- **Verksamhetsklass** – Lokaler delas in i olika verksamhetsklasser beroende på vilken verksamhet som förväntas ske. Avgörande faktorer för indelningen är om lokalen är välkänd eller ej, om alla förväntas utrymma på egen hand samt om sovande personer kan förväntas påträffas i lokalen. För samlingslokaler är även antal personer dimensionerande.
- **Byggnadsklass** - Byggnader ska klassas in i olika byggnadsklasser utifrån skyddsbehovet, enligt avsnitt 5:22 i boverkets byggregler. Byggnader med mycket skyddsbehov utformas som Br0, byggnader med stort skyddsbehov utformas som Br1. Allmänt kan man säga att i samband med minskande skyddsbehov ökar byggnadsklassen. Grunden till detta kan vara brandförloppet, potentiella konsekvenserna vid en brand och byggnadens komplexitet.

- **Automatiska släcksystem** - Enligt avsnitt 5:252 ska ett automatiskt släcksystem installeras för att släcka eller kontrollera branden om det är en förutsättning för brandskyddets utformning. Systemet ska utformas med hög pålitlighet och med tillräcklig täckningsgrad. Systemets tillförlitlighet ska inte riskeras med andra faktorer som till exempel korrosion eller termisk påverkan.
- **Larmsystem** - Enligt avsnitt 5:2511 ska automatiskt brandlarm installeras om detta är en förutsättning för brandskyddets utformning. Systemet ska vara tillförlitlig och utformas med tillräcklig täckningsgrad. Systemets tillförlitlighet ska inte påverkas av andra faktorer som korrosion eller termiska påverkan. Ett utrymningslarm ska installeras om det är en förutsättning för brandskyddets utformning enligt avsnitt 5:2512. Larmdonet ska placeras så att alla i byggnaden kan höra och få information om lämpliga åtgärder vid utrymning. I publika lokaler där personer med nedsatt hörsel kan förväntas vistas ska utrymningslarmet förses med kompletterande larmdon, till exempel optiska. Vid strömavbrott ska tillgänglig reservström startas för både brandlarm och utrymningslarm.

6.2.3 Möjlighet till utrymning vid brand

Avsnitt 5:3 behandlar utrymningsmöjligheter vid brand. Byggnader ska konstrueras på ett sätt så att möjlighet till tillfredsställande utrymning vid brand finns. Med tillfredsställande utrymning menas att personer som utrymmer inte ska utsättas för nedfallande byggnadsdelar, hög temperatur, hög värmestrålning, giftiga brandgaser eller dålig sikt som hindrar utrymning till säker plats.

- **Tillgång till utrymningsvägar** - Enligt avsnitt 5:321 måste två av varandra oberoende utrymningsvägar finnas tillgängliga där personer vistas mer än tillfälligt.
- **Gångavstånd till utrymningsväg** – I 5:331 anges maximala gångavstånd till närmsta utrymningsväg eller annan brandcell beroende på verksamhetsklass. Gångavståndet kan ökas med en tredjedel om lokalen är skyddad med automatiskt släcksystem. Sträckan till närmaste utrymningsväg ska mätas från den plats som ger längst gångavstånd i lokalen. Om två av varandra oberoende utrymningsvägar sammanfaller räknas den sammanfallande sträckan två gånger den verkliga längden.
- **Utformning av utrymningsvägar** - Enligt 5:334 krävs åtgärder i lokaler med högt personantal för att undvika hög persontäthet vid utgångarna och undvika långa kötider vid utgångarna.
Enligt allmänna rådet i detta avsnitt bör utrymningsvägar som används av fler än 150 personer ha en fri bredd på i minst 1,20 meter. Den totala fria bredden av samtliga utrymningsvägar bör vara minst 1,00 meter per 150 personer. Spiraltrappor bör inte användas som utrymningsväg i lokaler där rullstolsburna förväntas vistas.
- **Dörrar** - Enligt avsnitt 5:335 ska utrymningsdörrar vara utåtgående i utrymningsriktningen och de ska vara lätta att identifiera som utgångar. Om köbildning inte kan förväntas uppstå vid utrymning kan inåtgående dörrar accepteras. Enligt allmänna rådet bör dörrar placeras på så sätt att de vid öppet läge inte förhindrar utrymningen. Automatiskt styrda skjutdörrar godtas om de kan öppnas vid

strömavbrott genom att dörrbladen trycks utåt. Dörrar för utrymningsväg genom annan lokal och dörrar inom utrymningsväg ska vara utformade så att det är möjligt att återvända. Dörrar bör öppnas med en öppningsmekanism som trycks nedåt eller utåt och de ska kunna användas utan tidigare kunskap. För att underlätta utrymningen för äldre eller personer med funktionshinder bör trösklar undvikas. För att undvika blockering av en utrymningsdörr från utsidan av byggnaden ska en skylt monteras på dörrens utsida med text ”Utrymningsväg – får inte blockeras”.

- **Utrymningsplats** - Enligt avsnitt 5:336 krävs inte utrymningsplats när utrymningsvägen leds horisontellt ut till det fria eller när lokalen är försedd med ett automatiskt släcksystem.
- **Vägledande markeringar** - Skyltar eller liknande som underlättar utrymningen kallas vägledande markeringar. Enligt avsnitt 5:341 är vägledande markeringar ett krav i utrymnen som är svårorienterade. Med svårorienterade byggnader menas större lokaler där det inte är självklart var utrymningsvägarna är placerade. Skyltar bör placeras så att det tydligt syns var utrymningsvägarna finns och för att de ska kunna uppmärksammas lätt bör de utföras som gröna skyltar med tydliga symboler. Skyltarna bör vara belysta eller genomlysta både vid strömavbrott och i normalfall. De bör också ha en tillräcklig storlek så de syns tydlig från avsedda platser.
- **Allmänbelysning** - Enligt avsnitt 5:342 ska utrymningsvägar utrustas med allmänbelysning som fungerar med tillfredsställande säkerhet. Två efter varandra följande ljuspunkter i trapphus eller korridorer ska inte slockna till följd av samma fel i byggnader med fler än två våningar. Elkablar i trapphus med tillhörande korridor bör också skyddas mot direkt påverkan av brand minst 30 minuter.
- **Nödbelysning** - I byggnader med nödbelysning ska den fungera i 60 minuter vid strömavbrott, enligt avsnitt 5:343. Elkablar till nödbelysning ska vara brandtåliga med brandteknisk klass EI 30. Nödbelysning ska finnas i trapphus som leder till utrymningsväg.

6.2.4 Möjlighet till räddningsinsatser

Enligt avsnitt 5:721 ska byggnader vara åtkomliga för räddningsinsatser. I vissa fall där gatunätet eller motsvarande inte ger åtkomlighet ska särskild räddningsväg anordnas. Räddningsvägen ska utformas på så sätt att räddningstjänstens större fordon tar sig fram. Exempel på faktorer som ska tas hänsyn till vid anordning av räddningsvägar är fri höjd, marklutning, bredd, svängradie och bärighet. Avståndet mellan byggnadens angreppspunkt och räddningsbilens utrymningsplats bör inte överskrida 50 meter.

6.3 Lagen om skydd mot olyckor - LSO

Under tiden som byggnaden nyttjas ska ett skäligt brandskydd finnas. Det är syftet med Lagen om Skydd mot Olyckor (LSO). För att uppfylla detta ska ett systematiskt brandskyddsarbete utformas. Systematiskt brandskyddsarbete (SBA) innebär att inom verksamheten ska det finnas en brandskyddsansvarig med särskilt ansvar för brandskydd och dokumentation. SBA ska även innefatta förebyggande åtgärder för brands uppkomst, genom

exempelvis utbildning, brandskyddsronder, checklistor och kontroll av brandtekniska installationer. (Brandteknik, 2014)

6.4 Lagen om brandfarliga och explosiva varor – LBE

Det är inte tillåtet att samförvara olika typer av brandfarliga varor om risken för skador ökar i mer än i ringa omfattning. Exempelvis får inte brandfarliga vätskor samförvaras med brandfarliga gaser och aerosoler. (MSB, 2016).

6.5 Arbetsmiljöverkets föreskrifter - AFS

Enligt AFS 2009:2 om arbetsplatsens utformning ska åtgärder tas för att underlätta utrymningen på arbetsplatser och i arbetslokaler där en brand eller rökutveckling kan tänkas spridas snabbt. För att möjliggöra detta ska en utrymningsplan sättas upp på varje våningsplan. (Arbetsmiljöverket 2013- Arbetsplats utformning 2009:2).

7 Utrymning

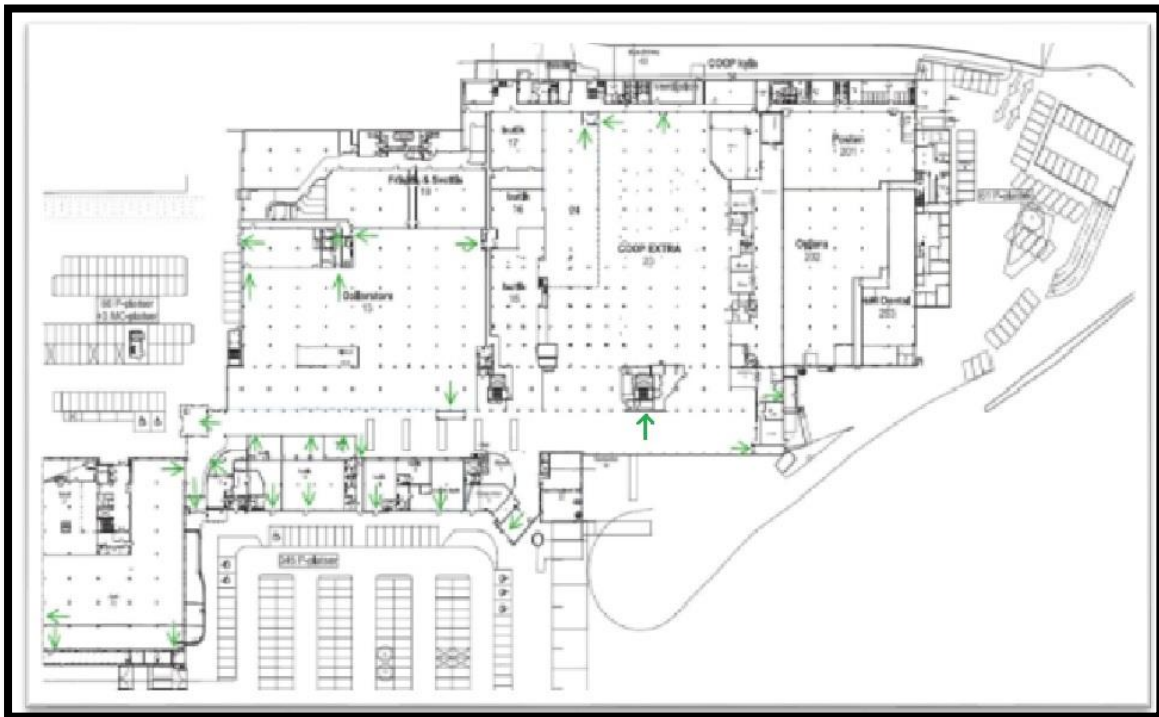
BBR paragraf 5:31 beskriver vilket krav utrymnings säkerheten i en byggnad måste uppfylla:

”Byggnader ska utformas så att det ges möjlighet till tillfredställande utrymning vid brand. Med tillfredställande utrymning avses att personer som utrymmer, med tillräcklig säkerhet, inte utsätts för nedfallande byggnadsdelar, hög temperatur, hög värmestrålning, giftiga brandgaser eller dålig sikt som hindrar utrymning till en säker plats.”

Detta innebär att alla människor som kan tänkas vistas i byggnaden ska hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

7.1 Tillgängliga utrymningsvägar

I Figur 5 syns en bild över plan ett i Sjötelegrafan där utrymningsvägarna är markerade med gröna pilar. Samtliga butiker har minst två utrymningsvägar, varav en av dem är ut i galleriagången. ICA Maxi, Dollar Store samt Friskis och Sveltis har utrymningsvägar som leder ut i en lång korridor i bakkant av byggnaden. Efter att ha följt korridoren en bit nås en utväg till det fria. Övriga butiker har alternativ utrymningsväg direkt ut i det fria.



Figur 5. Utrymningsvägar från plan 1, köpcentrumdelen.

Butiken New England Stil har en utrymningsväg ut i galleriagången samt en som leder via en spiraltrappa ner i källarplan. På grund av denna utformning så är det dimensionerande personantalet begränsat till max 30 personer i butiken.

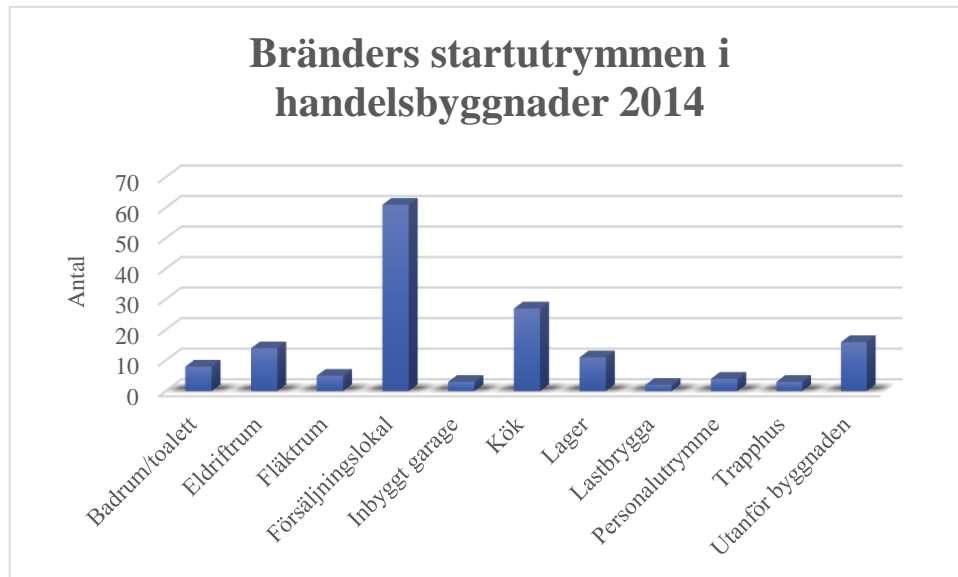
Utrymningsvägar från kontorsdelarna på plan tre och fyra är i första hand genom de befintliga trapphusen, som är brandcellsavgränsade, alternativt via utvändigt fasadmonterad spiraltrappa.

Lokalerna är anpassade för utrymning av funktionshindrade på så sätt att samtliga brandceller har tillgång till åtminstone en horisontell utrymningsväg ut i det fria, alternativt utrymningsplats i annan brandcell till exempel utrymningskorridor eller trapphus.

8 Riskidentifiering

8.1 Statistik

För att ta fram ett antal scenarier som anses vara relevanta används till viss del statistik från MSB:s databas IDA och till viss del eget resonemang över varje scenarios rimlighet. Kontaktpersonens specifika önskemål tas även hänsyn till.

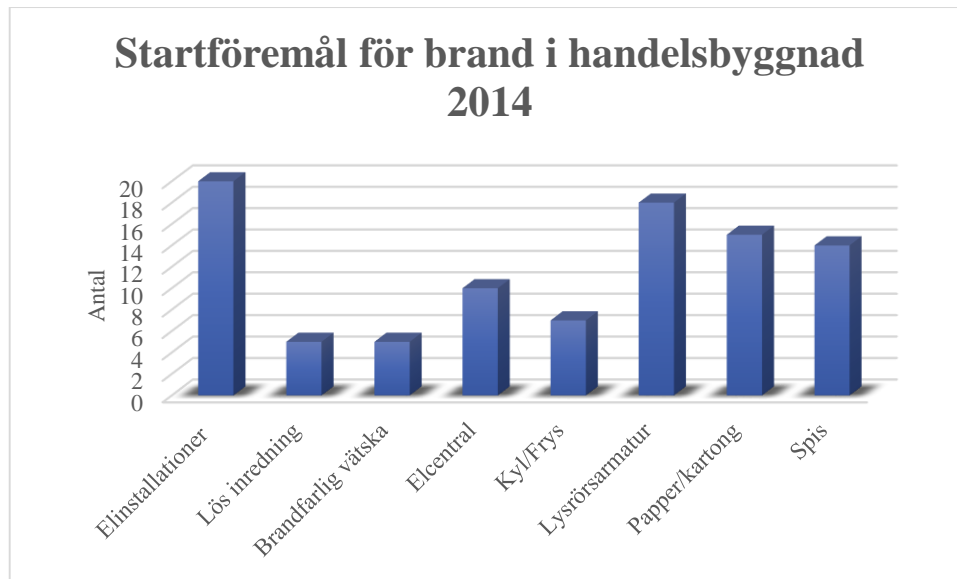


Figur 6. Statistik från MSB angående bränders startutrymmen i handelsbyggnader.

Som synes i Figur 6 inträffar de flesta av bränderna i handelsbyggnader i försäljningslokalen, d.v.s. i de faktiska butikerna. Därmed baseras de flesta scenarier på att brand utbryter i just dessa byggnadsdelar.



Figur 7. Statistik över brandorsaker i handelsbyggnader enligt MSB.



Figur 8. Statistik över brandstiftare i handelsbyggnad enligt MSB.

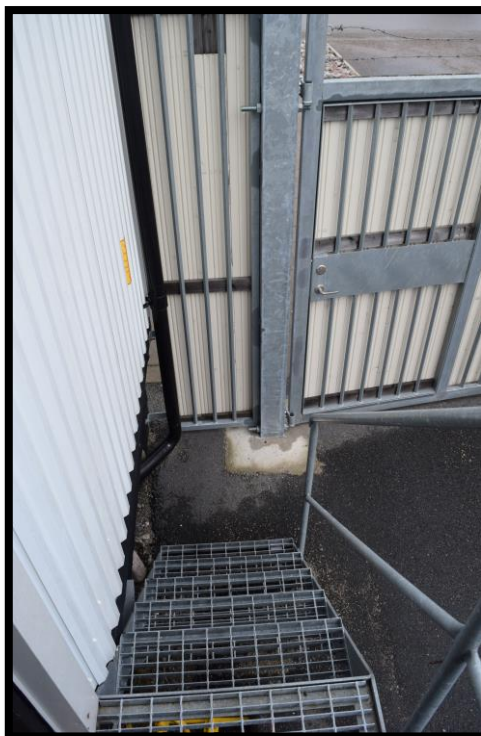
Figur 7 och Figur 8 visar att tekniska fel tillsammans med elektriska apparater ofta är föremål för brändernas start. Därför studeras vilka elektriska apparater eller elinstallationer som finns i närheten av de känsliga områdena som scenarierna behandlar. Just lysrörsarmaturer förekommer på flera ställen och anses därför vara relevant för objektet. Det förekommer även en del anlagda bränder i denna typ av byggnader, denna utlösningfaktor behandlas därför också i några av de tänkta scenarierna i kapitel 8.3.

8.2 Identifierade risker kopplade till regelverket

Vid rundvandringen på objektet observerades en del brister som kan kopplas till regelverket som beskrivs i kapitel 6.

8.2.1 Möjlighet till utrymning vid brand

- Ramp för utrymning av rullstolsburna saknas på lastkaj, endast utrymning via trappa.
- Bör finnas utrymningsskylt för rullstolsburna i utrymningskorridor, enligt paragraf 5:341 i BBR. Från utrymningskorridoren i bakkant av byggnaden, som betjänar utrymmande personer från både ICA Maxi, Dollar Store samt Friskis och Svettis finns flera vägar ut i det fria. Det är dock endast den bortre av dessa där det finns möjlighet för rullstolsburna att utrymma. Denna bör märkas upp med en utrymningsskylt för rörelsehindrade, så att inte dessa personer stannar tidigare i korridoren och tror de är strandsatta utan fortsätter att utrymma till den bortersta utgången.
- Smal trappa utanför utrymningväg i Jysk – utrymnet utanför dörren bör ha samma bredd som dörren, se Figur 9. Enligt paragraf 5:334 i BBR bör det även vara ett avstånd på minst 0,8 meter mellan dörr och trappa. Trappor försvårar även för personer med nedsatt rörelsefunktion.



Figur 9. Smal trappa från utrymningsväg på Jysk.

- Dörrarna som leder till utrymningsväg eller till det fria bör utformas så att den lätt kan kännas igen som en säker väg ut. Detta gör att man minskar tiden för reaktion och beslut vid en utrymning.



Figur 10. Utrymningsväg med motiv.

- Nödutrymnings skyltar var skymda bakom reklam och hängande dekoration, se Figur 11.



Figur 11. Vänstra bilden visar hur dekorationen i galleriagången blockerat utrymnings skylt till närmaste utrymningen medan den högra bilden visar att både färgen och längden på reklamskyltarna förhindrar synen på utrymnings skyltarna.

- Blockerade utrymningsvägar på Jysk, Team Sportia, Lloyds apotek samt Asian Deli. Flera utrymningsvägar i gallerian var vid tillfället för platsbesöket blockerade, se exempel i Figur 12.



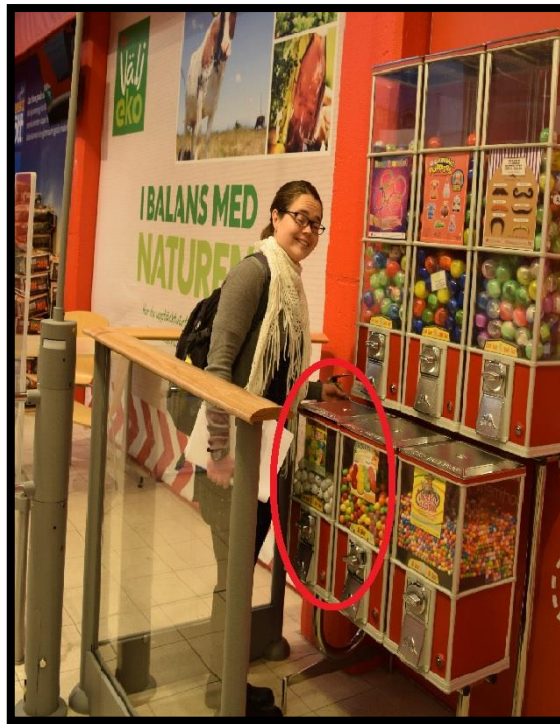
Figur 12. Blockerade utrymningsvägar på Jysk och Lloyds apotek.

8.2.2 Möjlighet till räddningsinsatser

- Alla butiker har inte ett fungerande systematiskt brandskyddsarbete. Detta baseras på intervjuer med butikspersonal i samband med platsbesöket. Enligt LSO ska varje

verksamhet upprätta ett SBA-arbete där dokumentation finns om t.ex. brandskyddsansvarig, utrymningsorganisation och skyddsronder. Enligt en studie som genomförts så beror bristerna inom svenska varuhus främst på bristande kunskap hos personalen, otydlig ansvarsfördelning samt brister i det systematiska brandskyddsarbetet (Hedén, 2007).

- Enligt LSO ska innehavaren av byggnader hålla med släckutrustning i skälig omfattning. Detta innefattar handbrandsläckare. Bland annat hittades i galleriagången en handbrandsläckare som var helt blockerad och därför inte användbar i händelse av brand, se Figur 13 Denna bör därför flyttas. Dessutom saknades uppmärkning av handbrandsläckaren vilket är ett krav enligt AFS 2008:13 Skyltar och signaler.



Figur 13. Handbrandsläckare helt dold bakom godisautomat. Släckaren bör omplaceras.

8.2.3 Skydd mot uppkomst av brand

- På ICA Maxi samförvarades aerosoler och vätskor i ett gemensamt brandskåp, vilket inte är tillåtet enligt 11§ Lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor, se Figur 14. Detta kan lösas genom att dela upp varorna på två olika skåp.



Figur 14. Samförvaring av brandfarliga vätskor och aerosoler på ICA Maxi.

8.2.4 Skydd mot utveckling och spridning av brand och brandgas inom byggnader

- Dörr i brandcellsgräns till tvättutrymme som nyttjades av Samhall stod uppställd och stängs ej vid brand. Dörren ligger i en EI30-gräns och leder rakt ut i en utrymningskorridor som betjänar flera olika butiker. Om dörrars utförande finns att läsa om i paragraf 5:534 i BBR. Ett alternativ kan vara att montera dörrstängare eller dörrhållarmagnet.

8.3 Brandscenarier

Under platsbesöket identifierades åtta olika brandscenarier som beskrivs vidare nedan. För varje scenario har en bedömning av sannolikhet och konsekvens gjorts. Sannolikheten har baserats på statistiken som beskrivits i kapitel 8.1. Konsekvensen är en sammanvägning av brandens förväntade storlek samt hur mycket den kan förväntas försvåra en utrymning. Rangordningen utförs med uppskattade värden som bedöms vara relevanta.

8.3.1 Scenario A - Brand på ICA Maxi

På ICA Maxi finns två hyllor med chips och andra brännbara matvaror, vilka är väldigt lättantändliga och brinner med hög effektutveckling. Av denna anledning väljs brand i dessa hyllor som ett av de potentiella scenarier som undersöks. Antändningsorsak kan vara ett felfungerande lysrör eller att branden anläggs med avsikt att sabotera eller förstöra värde för butiken. Detta scenario antas påverka många människor samt att det antas bli ett snabbt brandförlopp. Hela lokalen är utrustad med rökdetektorer. När branden detekteras aktiveras utrymningslarmet och rökgasluckor i taket öppnas. Även passergrindar vid in- och utgång från ICA Maxi öppnas upp för utrymning. I anslutning till butiks- och lagerdel finns totalt sex nödutgångar, vilka leder antingen över brandcellsgräns eller direkt ut i det fria.

Sannolikhet: 3

Konsekvens: 4

8.3.2 Scenario B - Brand på Jysk

Jysk är en butik som säljer heminredning och textilier. Butiken är belägen längst söderut i köpcentrumet, på bottenplan i det högre hus som innehåller kontorshotell. Den inrymmer endast en liten lageravdelning så det mesta av varorna förvaras inne i butiken. Ett troligt brandscenario är att en brandstiftare antänder textilier på någon av de höga hyllorna som sedan sprider sig. Brandbelastningen i lokalen kan anses vara mycket hög och branden kan få en relativt snabb tillväxt. Jysk har fem utrymningsvägar. Två av dem är direkt ut i det fria, två går via lagret och en utgörs av stora entrén ut i galleriagången. Tre av utrymningsvägarna var vid platsbesöket helt omöjliga för rullstolsburna att ta sig ut genom, dels på grund av en för smal trappa men också för att utgångarna var delvis blockerade. Utrymningsvägen på södra fasaden mätte 120 cm, dock var fri passage bara 50 cm på grund av att en säng och ett hyllsystem stod i vägen.

Sannolikhet: 3

Konsekvens: 5

8.3.3 Scenario C - Brand i Dollarstore

Dollar Store inhyser sin verksamhet i näst efter ICA Maxi de största lokalerna i Sjötelegrafan. Butiken är fylld med varor, allt från matvaror till husgeråd och kläder. Brandbelastningen kan förväntas bli relativt hög. I butiken fanns bland annat två stora behållare för braständare var en brand skulle kunna få ett häftigt förlopp. Butiken innehar försäljning av brandfarliga varor och har särskilt tillstånd för detta. Dessa förvaras dock i ett brandavskiljande skåp och bör alltså inte påverka brandförloppet. Lokalen har sex olika utrymningsvägar.

Sannolikhet: 3

Konsekvens: 4

8.3.4 Scenario D - Brand i restaurangkök Asian Deli

En brand utbryter i restaurangköket på Asian Deli. Branden kan starta på grund av att brännbart material kommer in i en öppen gaslåga vid wokpannorna. Asian Deli är en relativt liten restaurang med sittplats för ca 50 personer. Mest folk finns i restaurangen under lunchtid. På utsidan av fasaden i anknytning till restaurangen förvaras gasol i ett skåp med brandklass EI60. Vid platsbesöket var en av utrymningsvägarna blockerad av ett prydnadsträd och det var alltså bara den stora entrén ut i galleriagången som var tillgänglig. Denna entré är dock så pass stor att risken för blockering av hela öppningen är obefintlig.

Sannolikhet: 3

Konsekvens: 3

8.3.5 Scenario E - Brand på lastkaj

Vid varuintaget till ICA Maxi finns en lastkaj dit varor anländer med lastbilar. Ett flertal ur personalen på ICA Maxi använder lastkajen som rökruta. En fimp som inte slocknat skulle då kunna antända brännbart material. Det är lätt hänt att sådant material, till exempel tomma lastpallar, blir lämnade här över natten. Detta kan skapa en möjlig brandfara för anlagd brand. Dagtid rör sig personal kontinuerligt på lastkajen men nattetid saknas övervakning. Det är då ytterst viktigt att inget brännbart material lämnas ute under natten. Om en brand på lastkajen sprider sig inåt fastigheten, kommer den först och främst påverka ICA Maxis lagerdel. Här rör sig endast ett fåtal människor med god lokalkännedom, varpå denna typ av brand inte bör påverka utrymningssäkerheten från varuhuset i så stor utsträckning.

Sannolikhet: 4

Konsekvens: 2

8.3.6 Scenario F - Brand i papperskorg galleriagång

En papperskorgsbrand i galleriagången kan antas vara anlagd. Då galleriagången är ganska bred och har en hög takhöjd så kan denna brand med största sannolikhet klassas som en mindre brand. Förhoppningsvis hinner någon släcka branden med en handbrandsläckare eller så självslocknar den när bränslet tar slut. I värsta fall sprider sig branden till andra brännbara föremål i närheten och skulle då kunna blockera en hel galleriangång.

Sannolikhet: 4

Konsekvens: 1

8.3.7 Scenario G - Brand i truck på laddning

I lagerdelen på ICA Maxi förvaras truckar på laddning när de inte används. Ett elfel skulle kunna orsaka brand i en truck. En brand borde upptäckas relativt snabbt av personalen och samtliga personer som befinner sig här har god lokalkännedom. Hur mycket brännbart material som förvaras på lagret kan variera kraftigt beroende på leveranser. Det kan därför vara svårt att förutse hur stor en sådan brand kan förväntas bli.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 3

8.3.8 Scenario H - Brand i tvätttrum

Innanför ICA Maxi, i anslutning till utrymningskorridoren, finns ett rum som Samhall använder till tvättutrymme. Denna lokal är inte åtkomlig för besökare i varuhuset men ligger med dörr ut i en korridor, som är utrymningsväg från ett flertal av butikerna i varuhuset samt Friskis och Svettis. Korridoren är dock tillgänglig för besökare. Tvätttrummet är avskilt med brandcellsgräns EI60. Dock observerades vid platsbesöket att denna dörr vanligtvis stod uppställd och saknade dörrstängare eller magnetuppställare. En brand i tvätttrummet kommer i sådana fall slå ut hela denna utrymningsväg. Då det enbart är personal med god lokalkännedom som befinner sig i denna del av byggnaden så bedöms en brand här inte påverka utrymnings säkerheten så mycket.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 2

8.4 Riskmatris

Figur 15 visar en sammanfattning av brandscenarier med konsekvenser och sannolikheter. Utifrån riskmatrisen väljs två brandscenarier. Dessa är brandscenario A, ICA Maxi, och brandscenario B, på Jysk.

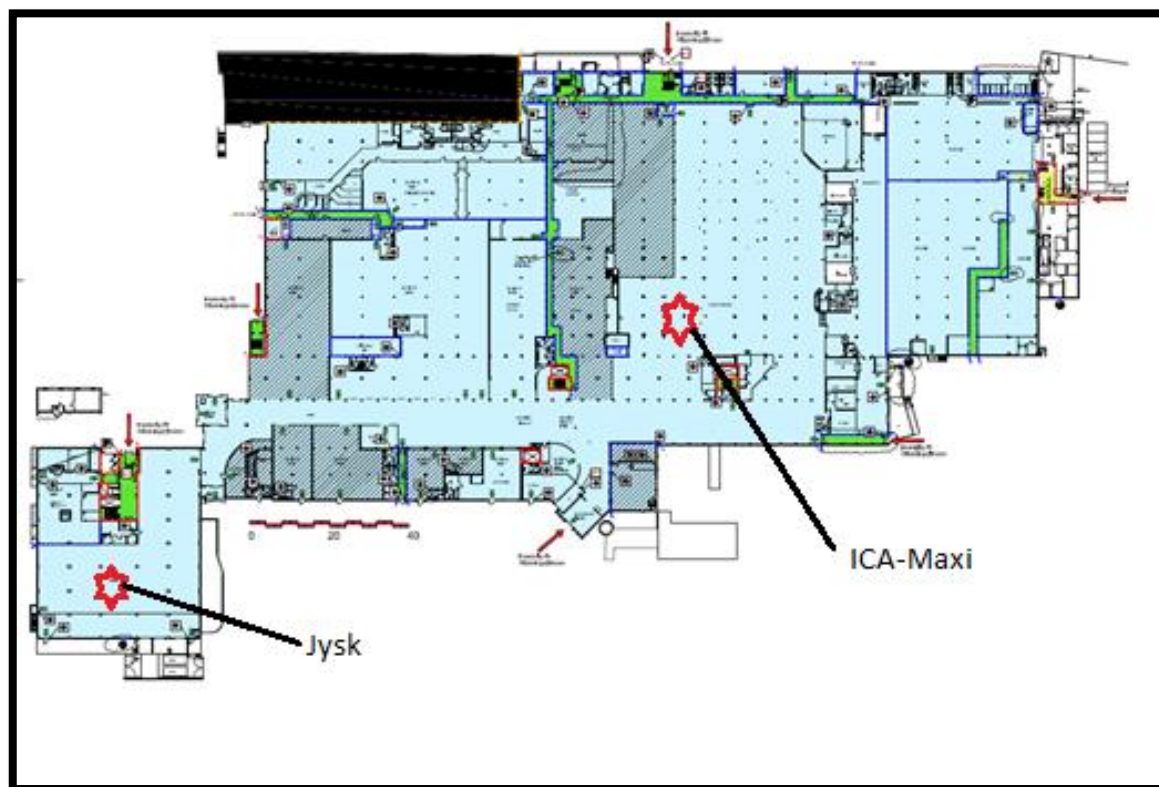
Sannolikhet	Mycket Hög 5					
	Hög 4	Scenario F	Scenario E			
	Medel 3			Scenario D	Scenario A & Scenario C	Scenario B
	Låg 2		Scenario H	Scenario G		
	Mycket Låg 1					
		Mycket Låg 1	Låg 2	Medel 3	Hög 4	Mycket Hög 5
		Konsekvens				

Figur 15. Riskmatris över brandscenarier i köpcentret Sjötelegrafan.

8.5 Val av brandscenarier

Två brandscenarier väljs ut och kommer att analyseras djupare. Dessa är scenario A, brand i ICA Maxi samt scenario B, brand i Jysk. Scenario B har valts ut eftersom denna brand utgör störst konsekvens. Det var även i butiken flera delvis blockerade utrymningsvägar som tros kunna påverka utrymningen. Valet av scenario A valdes för att denna brand förväntas få en ganska snabb spridning. ICA Maxi är även den verksamhet där flest personer uppehåller sig, varpå det är extra viktigt att utrymningen fungerar. Brandens placering gör också att den riskerar att blockera en av de mest självklara utrymningsvägarna, genom kassorna. Scenario C lämnas utan analys då det förväntas täckas in av scenario A. I båda scenarierna finns samma typ av brandbelastning och spridningsrisk, men då ICA Maxi förväntas ha en högre persontäthet samt att det är något längre gångavstånd till utrymningsvägarna så väljs detta scenario för vidare analys. Effektkurvor för båda scenarier tas fram och brandsimuleringen utförs i FDS och Argos. Utrymningen simuleras i programmet Pathfinder och slutligen diskuteras resultatet med efterföljande slutsats.

I Figur 16 nedan visas placeringen för de två brandscenarierna i objektet.



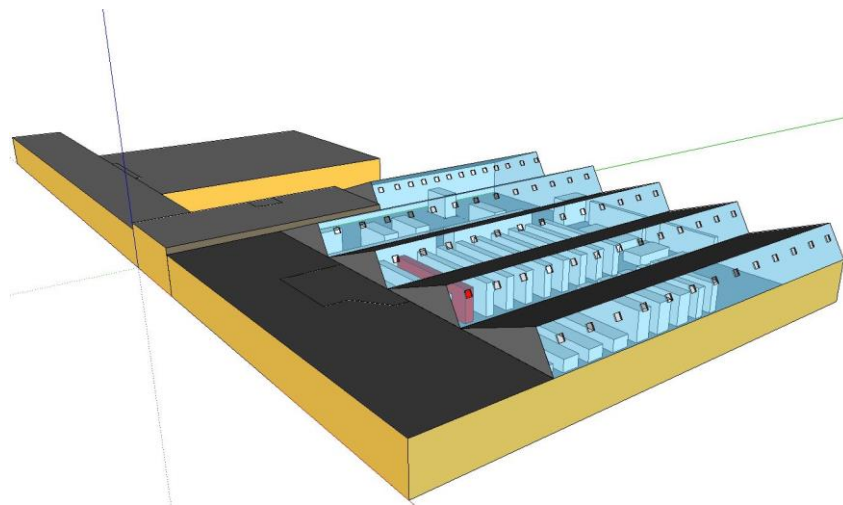
Figur 16. Brandscenariernas placering i objektet. Startpositioner för brand på ICA samt Jysk.

9 Simuleringar

9.1 FDS

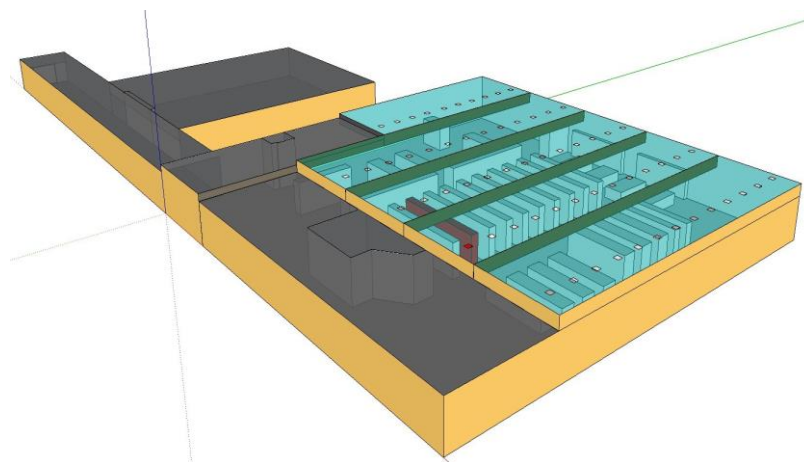
FDS-simuleringar utförs endast för scenariot där chipshyllan på ICA Maxi antänds och brand i hyllan utbryter. Genom FDS-simulering skall tid till kritiska förhållanden beräknas samt ge en uppfattning om rökspridning i lokalen.

Baserat på befintliga ritningar och mätningar av takhöjder ritas geometrin för ICA Maxi i Google SketchUp tillsammans med förenklade geometrier för Dollarstore-butiken och galleriagången (Trimble, 2016). Ej synligt i figuren är den avlägsna entrédörren, vilken antas stå öppen i ett tidigt skede av branden. Övriga öppningar till atmosfären är de 62 brandgasluckor i taket på ICA Maxi som även de öppnas vid detektion av brand, vilket antas inträffa i ett tidigt skede. Geometrin kan ses i Figur 17 och Figur 18.



Figur 17. En första skiss över den del av Sjötelegrafan som är aktuell för simulering. Sett utifrån speglar inte bilden verkligheten utseendemässigt, dock är geometrin på insidan väldigt representativ.

Med en geometri som i figuren ovan uppstår dock problem med det sneda tak som finns på ICA Maxi. Denna typ av geometri är svår att simulera i FDS, därmed byggdes det sneda taket om till ”boxar” med snarlik placering av rökgasluckorna och en rymdvolym motsvarande de sneda taken för varje sektion (NIST, 2016). Den nya geometrin visas i Figur 18.



Figur 18. En redigerad skiss av Sjötelegrafan. Det sneda taket är ombyggt till ett platt tak med liknande egenskaper. De övriga takdelarna är även här transparenta för att lättare överskåda geometrin.

Den färdigställda skissen exporterades från Google SketchUp som DXF-fil och importerades till Pyrosim (Thunderhead, 2016). I Pyrosim definierades de egenskaper som direkt påverkar en brands beteende så som; definition av bränsle, effektutveckling, rökutveckling, brandens placering med mera, dessutom utfördes placering av olika mätinstrument. Utefter egenskaper och geometrier i Pyrosim skapas en kod vilken kan avläsas och simuleras i FDS.

Efter simulering erhöles mätdata över de kritiska faktorerna. Denna mätdata behandlades och avlästes i grafer och visuellt i programmet Smokeview. Utifrån det fanns möjlighet att ta reda på vid vilka tider de kritiska förhållandena uppstått samt om säker utrymning är möjlig.

9.2 Argos

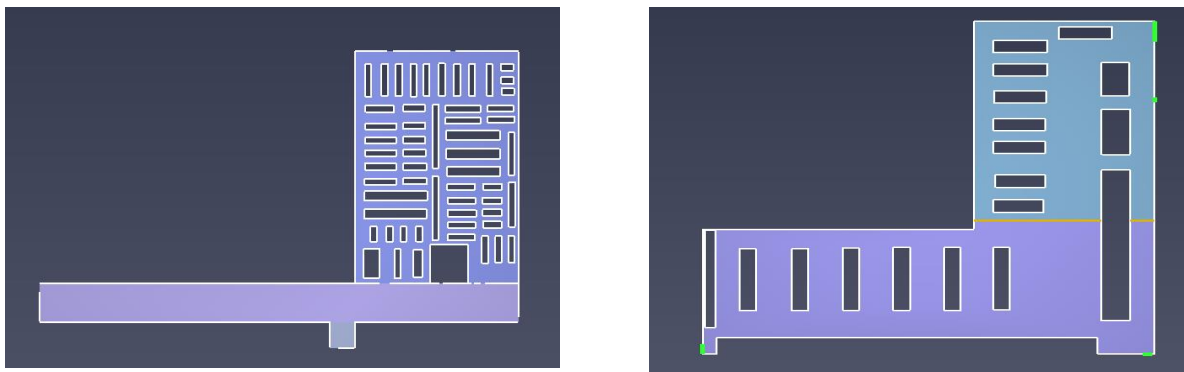
Argos används för att simulera scenario B, det vill säga branden på Jysk (Deibjerg, Paulsen Husted, Bygbjerg, & Westerman, 2003). Branden anges till en PU-madrass (polyuretan). Indataparametrar som golvyta, takhöjd och dörrar baseras på ritningsunderlag och mätningar från platsbesöket. Värden på dessa redovisas i sin helhet i bilaga D. Från simuleringen erhålls resultat på bland annat när brandlarm och sprinklersystemet aktiveras, brandgaslagrets höjd över golvet och den genomsnittliga temperaturen i lokalen. Dessa tider används till att beräkna utrymningstid och till att bestämma när kritiska förhållanden uppstår i lokalen.

Sprinklerhuvuden i lokalen där Jysk huserar är av äldre typ och har en aktiveringstid på 141°C. Enligt brandskyddsdocumentationen överskrider RTI-värdet 50 (ms)^{1/2}. (Hult, 2014) Ett mest troligt RTI-värde sattes efter reflektion till 150 (ms)^{1/2} då sprinklerhuvuden av äldre typ ofta har ett RTI på 100-200 (ms)^{1/2}. (Uneram, 2009)

9.3 Pathfinder

Simulering i Pathfinder utförs för båda scenarierna, det vill säga för scenario A där chipshyllan på ICA Maxi antänds och för scenario B där bäddmadrasserna på Jysk antänds av en kortslutning i en brandstiftare (Thunderhead, 2016). Genom simulering beräknas hur lång tid utrymningen tar.

Baserat på ritningarna och mätningarna av bredden på utrymningsdörrar ritas geometrin för både ICA Maxi och Jysk i Pathfinder. Den uppritade geometrin syns i Figur 19. Enligt BBRAD kan flödes hastigheten antas vara 1,1 pers/sm för dörrarna som utrymnande personer kan förväntas känna till. För dörrarna som de inte förväntas känna till används 0,75 pers/sm (Boverket, 2013). Parametern ”initial delay”, vilken är summan av varseblivningstiden och förberedelsetiden är satt till 90 sekunder.



Figur 19. Skissen över ICA-Maxi samt galleriagång till vänster, skiss över Jysk till höger. Nödutgångar markerade gröna.

10 Brand på ICA Maxi

10.1 Scenariobeskrivning

Brandförloppet i chipshyllan i ICA Maxi börjar med en anlagd brand. Branden anläggs vid golvnivå i en bit brännbar kartong vilket gör att flamspridningen är snabb. Som ses i Figur 20 är chipshyllorna tätt och högt packade vilket leder till att brandspridningen sker mycket snabbt. Branden kommer först sprida sig vertikalt och sedan horisontellt åt sidorna. Brandgasproduktionen kommer bli stor vilket gör att många människor i lokalen blir påverkade.

Om den inträffade branden upptäcks av personal och de förmår att släcka stoppas händelseförloppet. Då lokalen är helsprinklad kommer sprinklersystemet vid aktivering att dämpa eller släcka branden. Tillförlitligheten för sprinkleranläggningar är 95 %. Största anledningen för felfunktion hos sprinklersystemet är avstängd ventil. (Johansson, 1999)

I lokalen finns alternativa utrymningsvägar som är märkta med utrymningsskyltar. Vid besöket var flera av utrymningsskyltarna skymda bakom skyltar, se Figur 11. Storleken på utrymningsskyltarna var små i jämförelse med affärens storlek.

Kunderna kommer att till största del utrymma genom kassorna mot ingången i gallerian. Detta då människor har en tendens att gå ut mot utgången som de känner till väl och kom in genom (Frantzich, 2001).

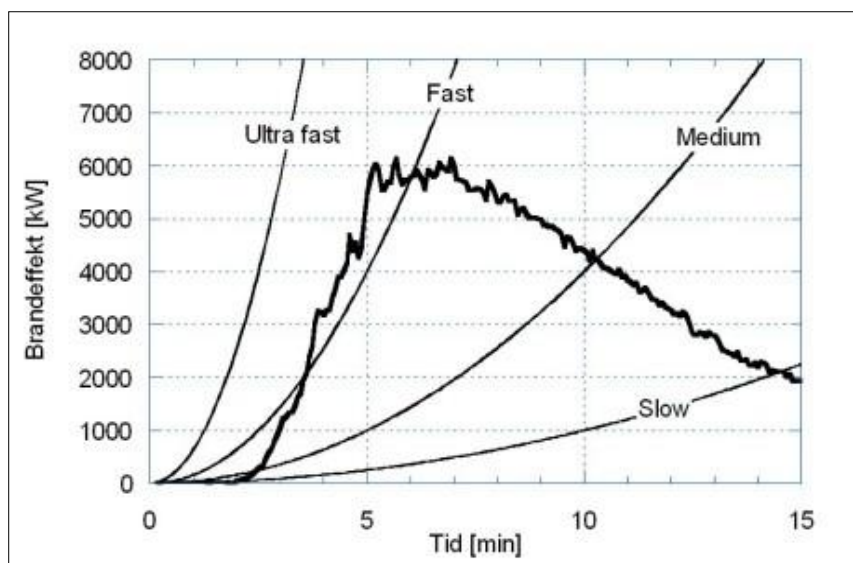


Figur 20. Chipshyllor på ICA-Maxi. I taket syns även den utmärkande geometrin och en rökgaslucka.

10.2 Effektutveckling

Ett test som utfördes i SP 2003 och är publicerat i tidningen ”brandposten nr 32” (Arvidson, 2005) används för att få fram effektkurvan i det aktuella scenariot. I försöket placerades 52 kartonger med potatischips och ostbågar som totalt vägde 275 kg på hyllor som var 7 x 3 m. Takhöjden i försökslokalen var 3,6 m. En chipspåse i golvnivå antändes och efter 5 minuter var effektutvecklingen till 6 MW. Effektutvecklingen sjönk efter 8 minuter och branden slocknade efter 40 minuter. Brandspridning inträffade inte under försöket då det inte fanns något närliggande brännbart material. Hade det funnits hade branden spridits efter 3-3,5 minuter. (Arvidson, 2005)

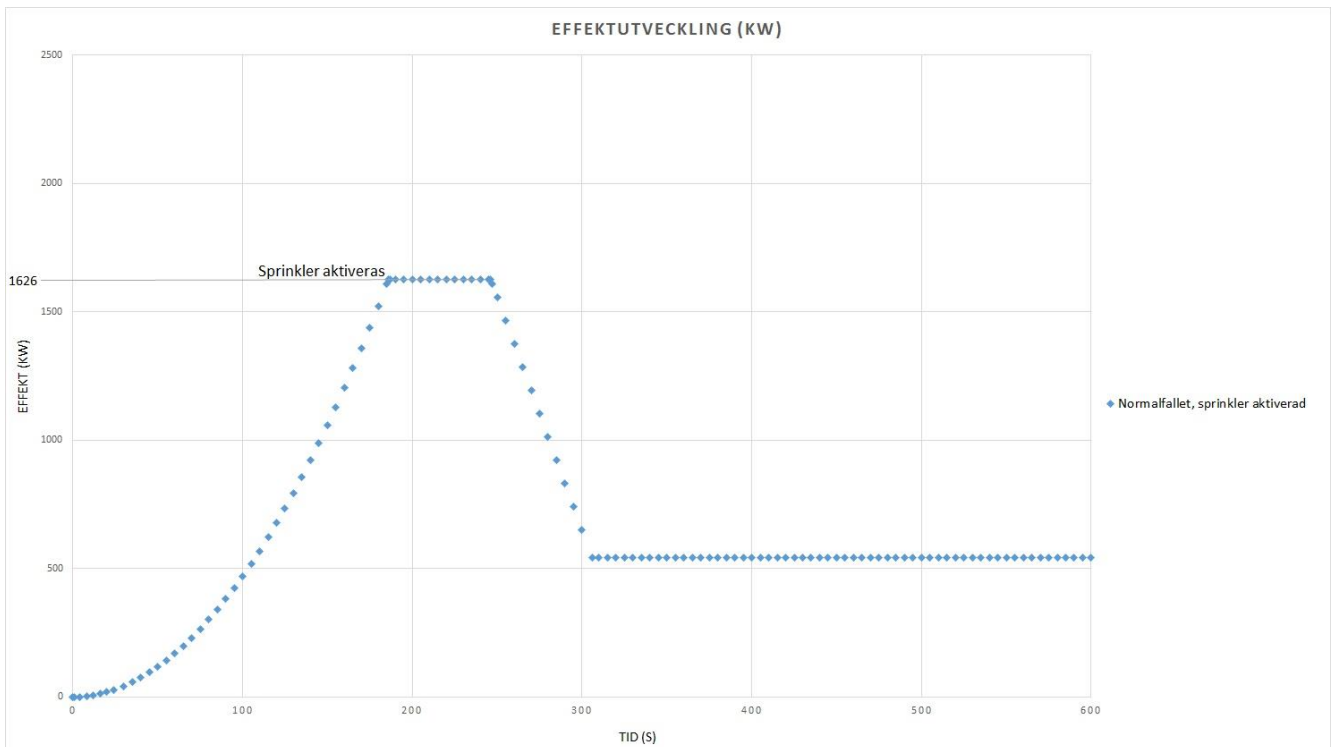
Antal chipskartonger i ICA Maxis butik uppskattades vara 80 stycken fördelade på två hyllor. Det ledde till att chipsbranden uppnådde en maximal effektutveckling på 9 MW. I SPs försök kan det även utläsas att effektutvecklingskurvan följer kurvan för ett snabbt brandförlopp med ett alfavärde på $0,047 \text{ kW/s}^2$, vilket motsvarar kurvan *Fast* i Figur 21.



Figur 21. Effektutvecklingskurva för en chipsbrand enligt försök på SP.

På ICA Maxi står hyllorna ganska tätt, med cirka två meters mellanrum. Då lokalen är helsprinklad kommer troligtvis branden aldrig upp i maximal effektutveckling utan begränsas på grund av sprinklersystemet. Beräkningar i Detact visar att sprinklersystemet aktiveras efter 186 sekunder.

Effektutvecklingskurvan antas följa en alfa t^2 -kurva med snabbt brandförlopp i inledningsskedet som synes i Figur 22. Därefter kommer kurvan skilja sig beroende på om sprinklersystemet aktiverar eller inte. Om sprinklersystemet aktiverar utförs antagandet att tillväxten stannar upp och branden hålls kontrollerad med konstant effektutveckling under en minut. Därefter sjunker värdet till en tredjedel av effektutvecklingen vid aktivering (Boverket, 2013). Tillförlitligheten hos sprinkleranläggningar antas vara 95 % (Johansson, 1999).



Figur 22. Effektutvecklingskurva för brand på ICA Maxi, förloppet är snabbt i början, sedan aktiveras sprinkler och branden stannar av för att sedan börja avta.

Branden kommer på grund av den stora rumsvolymen vara bränslekontrollerad under hela den tid som utrymningen kan väntas pågå.

10.3 Handberäkningar

Handberäkningar har även genomförts för att verifiera resultaten från simuleringar. På ICA Maxi har strålningsberäkningar samt beräkningar på sikten genomförts. I beräkningarna förväntas sprinkleraktiveringen vara en del av brandskyddet, vilket leder till en maximal effektutveckling på 1,6 MW. Nedan följer en kort sammandragning av resultaten, för fullständiga beräkningar hänvisas till bilaga A.

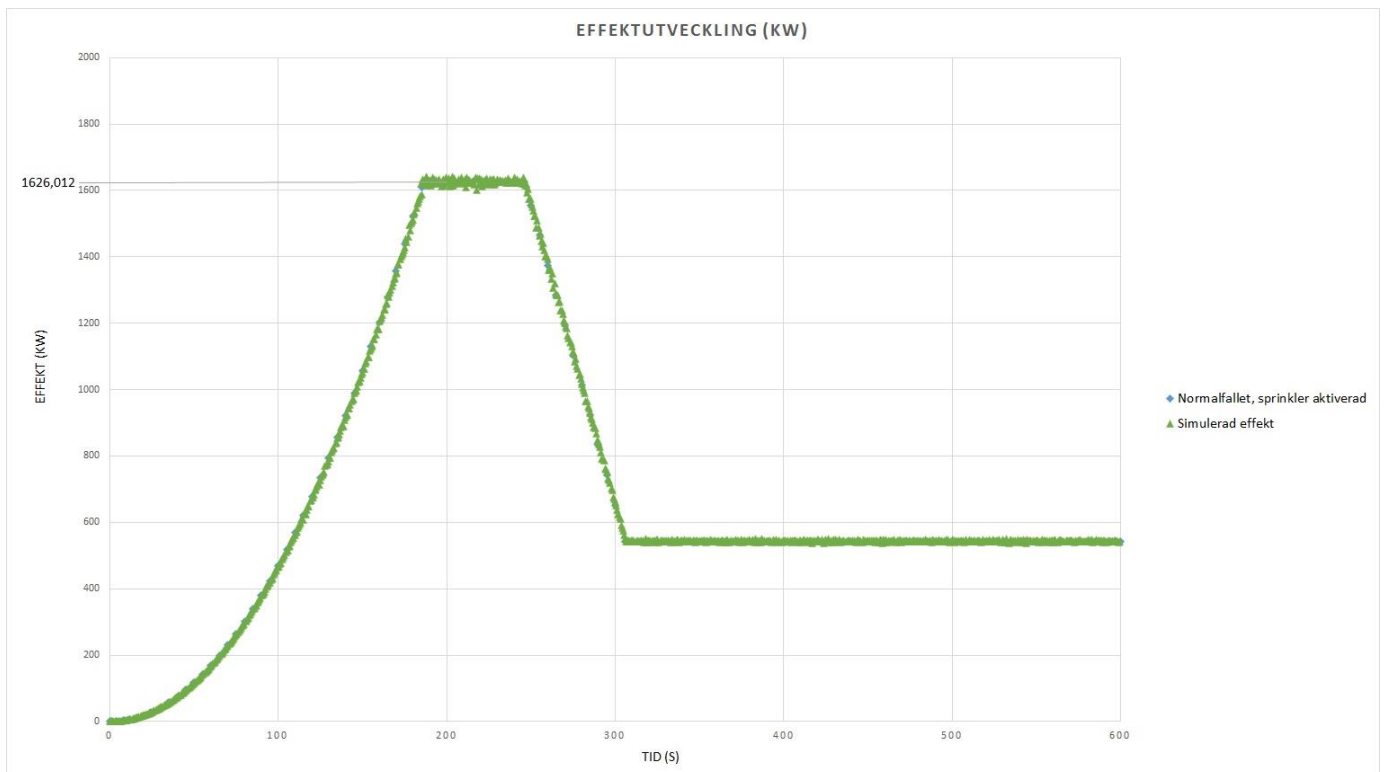
Strålningsberäkningar har genomförts för att analysera om branden i chipshyllan kommer att sprida sig, samt för att undersöka hur utrymmande personer påverkas av strålningen från branden. Kritisk infallande strålning för antändning har satts till 20 kW/m^2 (Sedin, Bengtson, & Hägglund, 2002). Detta förutsätter att inga sticklågor är i kontakt med angränsande hylla. Materialet i hyllan, det vill säga chipspåsarna, liknas vid de lättantändliga material som nämns i artikeln. För utrymning till $2,5 \text{ kW/m}^2$ (Boverket, 2013). Resultaten av beräkningar visar att branden i chipshyllan möjligtvis kommer hinna sprida sig till intilliggande hyllor innan sprinklersystemet slår ner branden. Den kritiska strålningen för brandspridning beräknats till 1,95 meter, avståndet mellan hyllorna i butiken är 2 meter. Eftersom sprinklersystemet aktiveras vid denna tid är möjligheterna för brandspridning liten. Utrymmande personer kan inte befinna sig inom 6,2 meter från branden, då utsätts de för en kritisk strålning.

Slutligen genomfördes siktberäkningar. För att utrymning ska kunna ske på ett tillfredställande sätt får sikten inte understiga 10 meter. Beräkningar enligt bilaga A visar att vi uppnår detta kritiska värde efter cirka 369 sekunder, alltså ungefär 6 minuter.

10.4 FDS-simulering

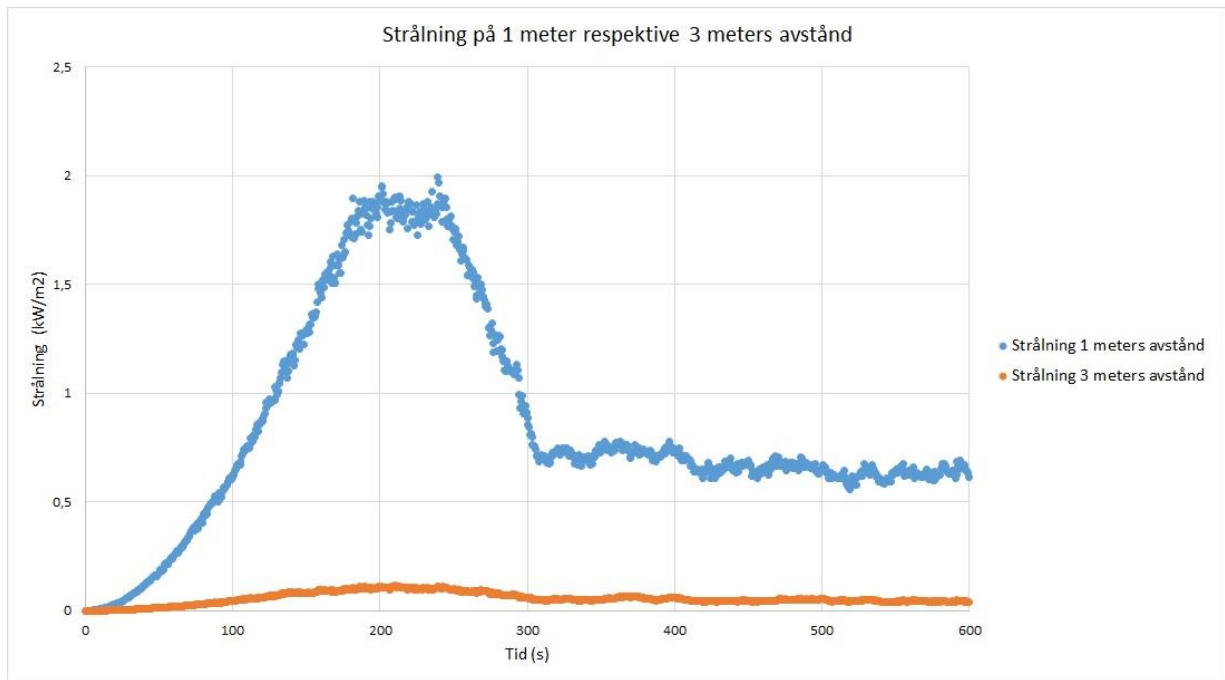
Det utfördes FDS-simulering för brandscenariot på ICA Maxi enligt kapitel 9.1. Det som definierats för simuleringen är;

- meshes med cellstorlekar 0,2 m (kubiskt)
- förbränningsreaktion, stärkelse ($C_6H_{10}O_5$) med SOOT YIELD=0,1
- devices för mätning av simuleringsresultat (*punkt-* och *slice filemätningar*)
- rökgasdetektorer samt aktivering av rökgasluckor
- väggmaterialet i byggnaden (betong, från *material library* i Pyrosim)
- brandens egenskaper (maxeffekt, tillväxthastighet)



Figur 23. Effekt för normalfallet där sprinkler aktiveras efter 186 sekunder. Den simulerade effektkurvan (grön) stämmer helt överens med den tilltänkta effektkurvan (blå) då de helt sammanfaller.

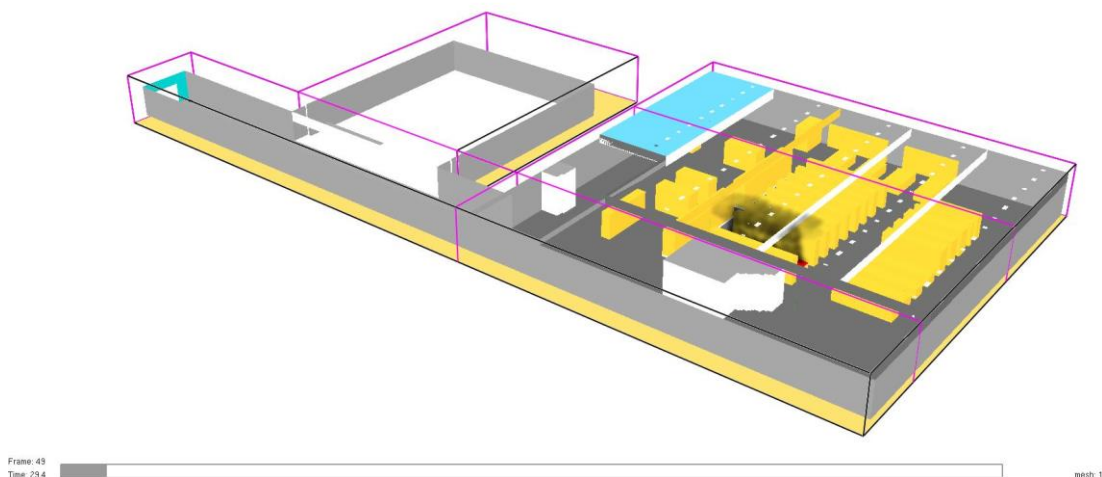
De utdata som används från simuleringen är de visuella bilder från Smokeview som visar hur temperaturfördelningen ser ut på två meters höjd över hela geometrin, hur siktförhållandena är på samma höjd, hur rökgasspridning sker samt vilka strålningsdoser som kan uppmätas på olika avstånd från branden.



Figur 24. Uppmätt strålning från simulering på 1 resp. 3 meters avstånd från branden. Kritisk strålning på 2,5 kW/m² uppnås aldrig.

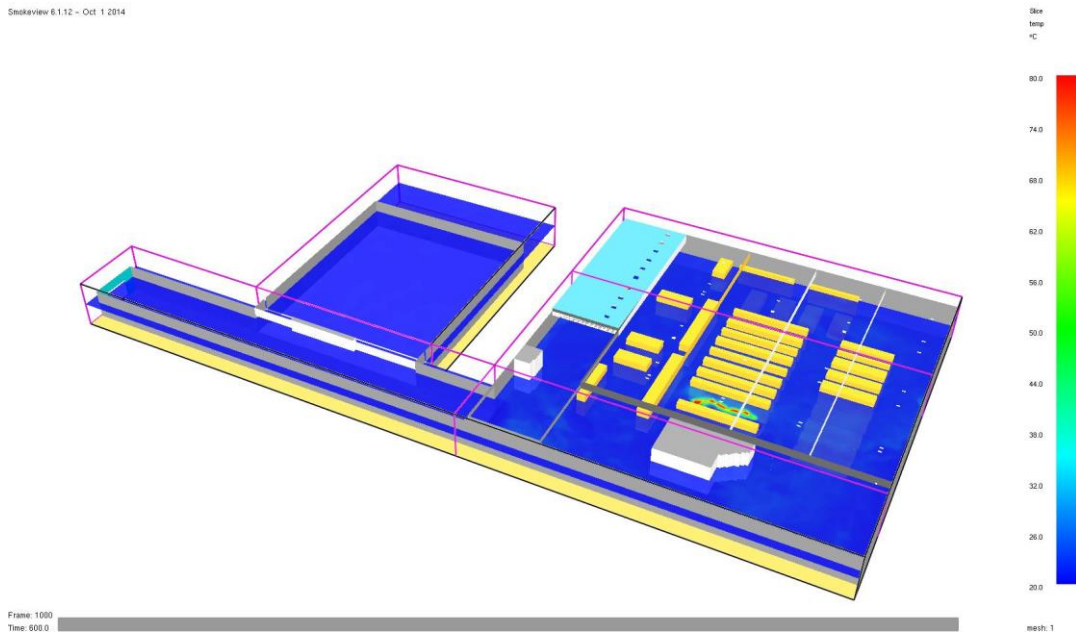
Mätresultat från simulering gällande strålning syns ovan i Figur 24. Dessa mätvärden är dock inte helt tillförlitliga på grund av den förenkling FDS utför vid sina strålningsberäkningar. Detta diskuteras vidare i kapitel 15.5.1.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 25. Rökspridning då rökdetektorerna utlöses (tid 30 sekunder). Bilden är tagen från Smokeview med uppvisat resultat från simulering där sprinklersystemet aktiveras efter 186 sekunder.

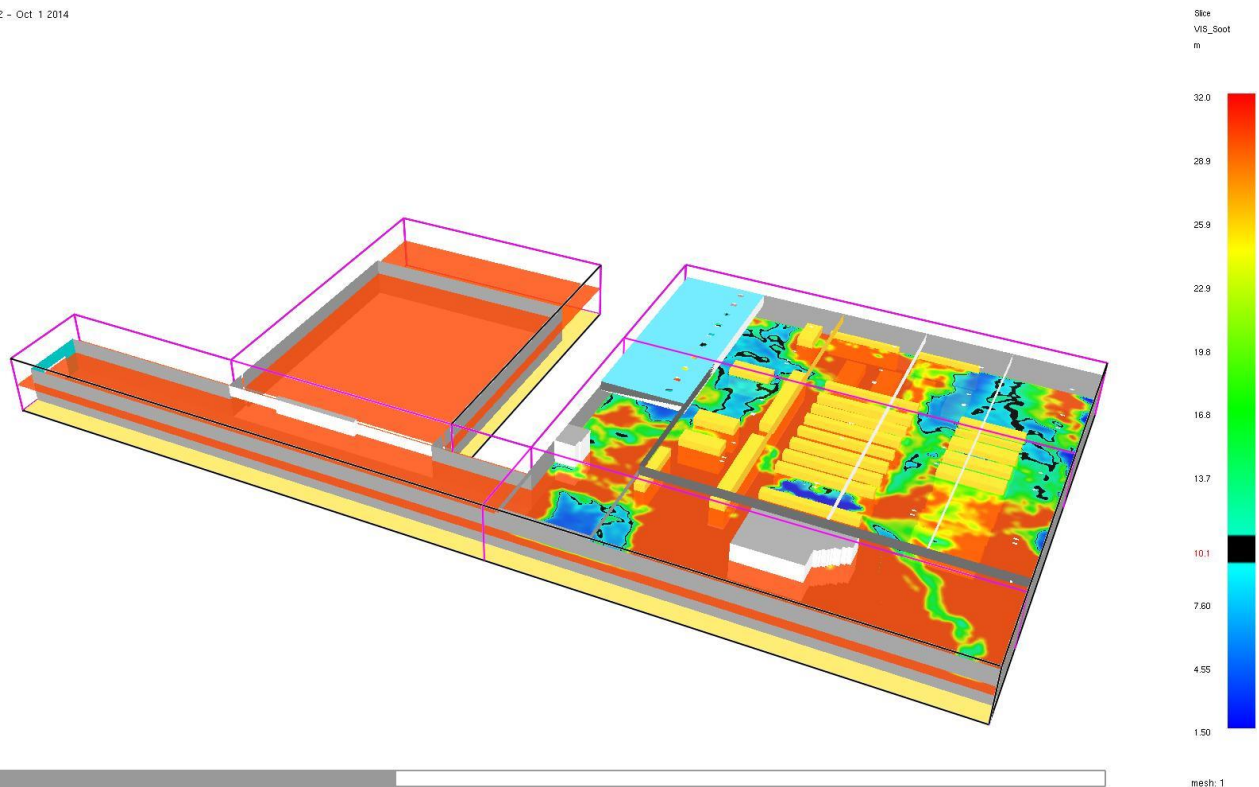
I Figur 25 syns hur rökutvecklingen ser ut då rökdetektorerna ovanför branden aktiveras, det vill säga efter 30 sekunder.



Figur 26. Temperaturmätningar i lokalen, mätt vid två meters höjd. Mätningarna visar att temperaturen i lokalen som högst kommer att vara ca 30 grader i lokalen, bortsett från en högre temperatur lokaliserad lokalt till flammen. Bilden är tagen från Smokeview med uppvisat resultat från simulering där sprinklersystemet aktiveras efter 186 sekunder.

I Figur 26 syns temperaturfördelningen på två meters höjd, endast precis vid flammen överstiger temperaturen 80°C.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014

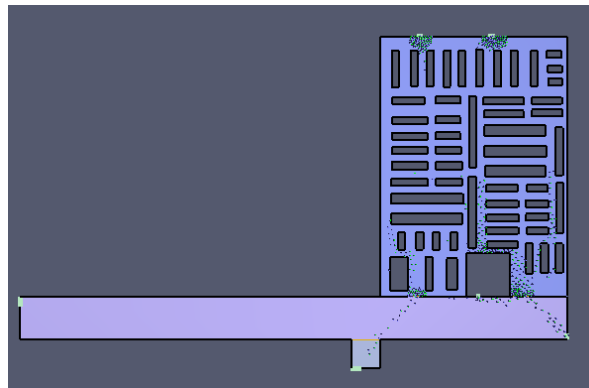


Figur 27. Slice file som visar sikten på två meters höjd inne på ICA. Det område som är markerat svart visar var sikten är 10 meter, området som innesluts av det svarta har sikt som är mindre än 10 meter. Vid detta tillfälle (220 sekunder) bedöms sikten vara kritisk för de som vistas i lokalen.

I Figur 27 illustreras sikten på två meters höjd, efter 220 sekunder har kritiska förhållanden precis uppstått.

10.5 Utrymning

Utrymning på ICA Maxi har simulerats med hjälp av Pathfinder. Lokalen ritades upp med hjälp av ritningsunderlag, se Figur 28.



Figur 28. Utrymningen för ICA Maxi.

Simuleringar genomfördes med ett antal olika personantal i butiken. 800 personer är satt som ett högsta dimensionerande värde, vilket är taget ifrån den befintliga brandskyddsdocumentationen (Hult, 2014). Ytterligare två värden har valts på personantalet. 150 personer anses vara rimligt en vardag under dagtid. 500 personer kan tänkas finnas i butiken då det är högre belastning, till exempel inför storhelger.

Tabell 3. Utrymningstider för olika antal personer i ICA-Maxi.

Antal personer	Tid (sekunder)
150	156
250	176
500	256
800	321

Ingångsvärden för simuleringen i Pathfinder har grundats på data från BBRAD. Flödet genom dörrar är satt till 1,1 p/(sm) för kända dörrar (huvudentrén) och 0,75 p/(sm) för okända dörrar (nödutgångarna). Varseblivningstiden är satt till 30 sekunder och förberedelsetiden har satts till en minut.

10.6 Resultat

Resultatet från scenariot på ICA Maxi sammanfattas i Tabell 4.

Tabell 4. Resultat till utrymningstider för olika antal personer i ICA Maxi med respektive tidsmarginaler.

	Kritisk tid (s)	Utrymningstid, 250 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 800 personer (s)	Tidsmarginal (s)
Temperatur – FDS	Uppnås ej	176	-	321	-
Sikt - FDS	220	176	+44	321	-101
Sikt - handberäkningar	323	176	+147	321	+2
Strålning	Uppnås ej	176	-	321	-

I tabellen redovisas tid för utrymning samt kritiska tider för temperatur, sikt och strålning. Om tidsmarginalen är positiv och skrivet i svart betyder det att utrymningstiden är kortare än kritiska tiden. Däremot med gult och negativt skrivet värde menas att utrymningstiden tar längre tid än den kritiska tiden men kravet för kritiskt förhållande är inte uppnått. Kritiska tidsmarginaler uppnås bara för sikten enligt simulering i FDS. Dock anses inte detta vara ett kritiskt förhållande i lokalen då kritisk sikt måste kombineras med ytterligare ett kritisk faktor. Motivering till varför detta värde också anses vara väldigt konservativt nämns i kapitel 15.4.1. När det gäller temperatur, brandgaslagrets höjd och strålning uppnås ej kritiska förhållanden.

Nedan sammanfattas resultat från simuleringar i olika dataprogram, handberäkningar och analyser.

- Det tidiga brandförloppet följer ett snabbt brandförlopp med ett alfavärde på 0,047 kW/s².
- Sprinklersystemet kommer enligt Detact aktiveras efter 186 sekunder. Vid detta tillfälle är effektutvecklingen 1,6 MW.
- Kritiska förhållanden kommer inte uppstå då de brandtekniska installationerna krediteras.
- Utrymningen kommer i längsta fallet att ta 321 sekunder. Det gäller för ett personantal i butiken på 800 personer.

11 Brand på Jysk

11.1 Scenariobeskrivning

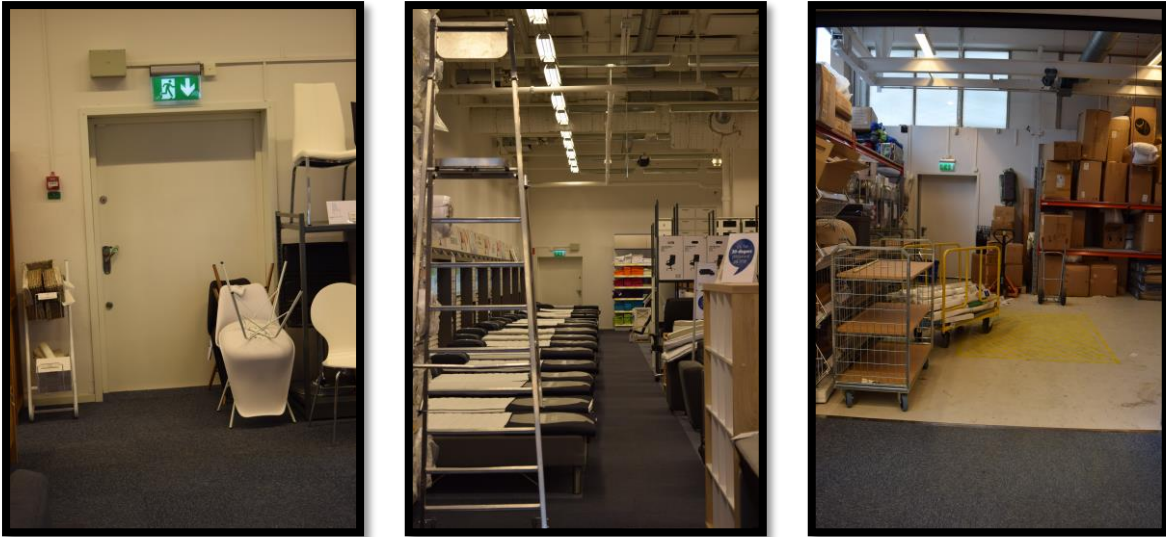
En brand utbryter inne i Jysk-butiken på grund av kortslutning i en elektrisk installation som sprider branden till en av de höga hyllorna, se Figur 29. I hyllsystemet förvaras bäddmadrasser av olika typer. Hela butiksytan på Jysk är tätt packad med brännbart material såsom bäddtextilier, förvaringslösningar, möbler, sängar och gardiner. Det föreligger därmed en betydande spridningsrisk och brandbelastningen är mycket hög.



Figur 29. Branden på Jysk startar i bäddmadrasser på en hylla.

Vid tidpunkten för platsbesöket var det inte många besökare i butiken och handlade, men på eftermiddagar och helger ökar antalet shoppande personer. Vid större händelser som exempelvis en stor rea eller under julhandeln förmodas antalet personer i butiken vara som högst.

I lokalen finns fem utrymningsvägar. Flertalet av dessa var vid platsbesöket delvis blockerade, vilket kommer att försvåra en utrymningsituation, se Figur 30.

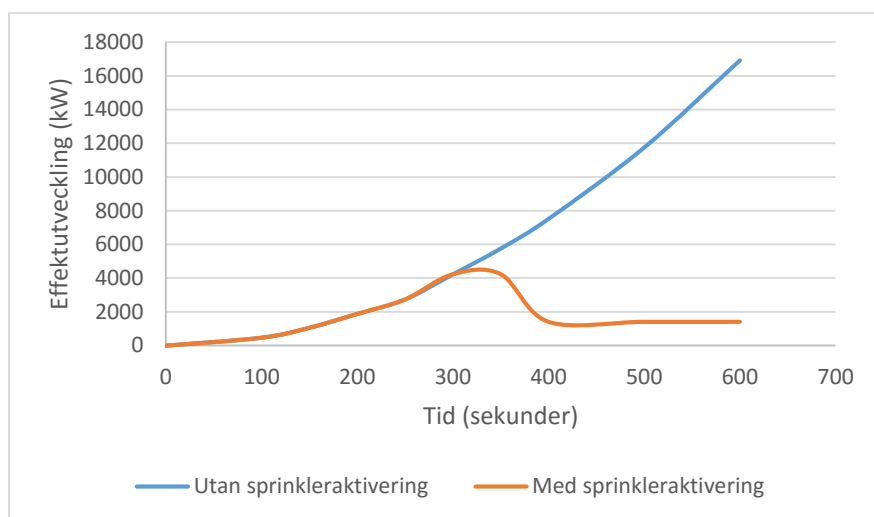


Figur 30 Exempel på utrymningsvägar från Jysk. Samtliga utrymningsvägar på fotona är delvis blockerade.

11.2 Effektutveckling

Hur stor branden kommer bli är svårt att förutsäga. Startföremålet sätts till en hoprullad bäddmadrass. I en hyllsektion uppskattas att det finns ca 30 madrasser. Huvudmaterialen i madrassen är polyeterskum.

Då brandbelastningen på Jysk är hög och tillgången på syre god så väntas branden tillväxa enligt ett snabbt brandförlopp. Ett snabbt brandförlopp väljs utifrån värden i *Enclosure Fire Dynamics* och medför att madrassens tillväxthastighet sätts till $0,047 \text{ kW/s}^2$. (Karlsson & Quintiere, 2000). Då aktivering av sprinklersystem sker, antas effektutvecklingen stanna upp och hålla sig på ett konstant värde under en minut, varpå den sjunker till en tredjedel av den effektutvecklingen vid aktiveringstillfället. Eftersom rapporten fokuserar på personsäkerhet så analyseras bara det första skedet i brandförloppet. Övertändning antas inte inträffa under denna tid, som sätts till tio minuter.



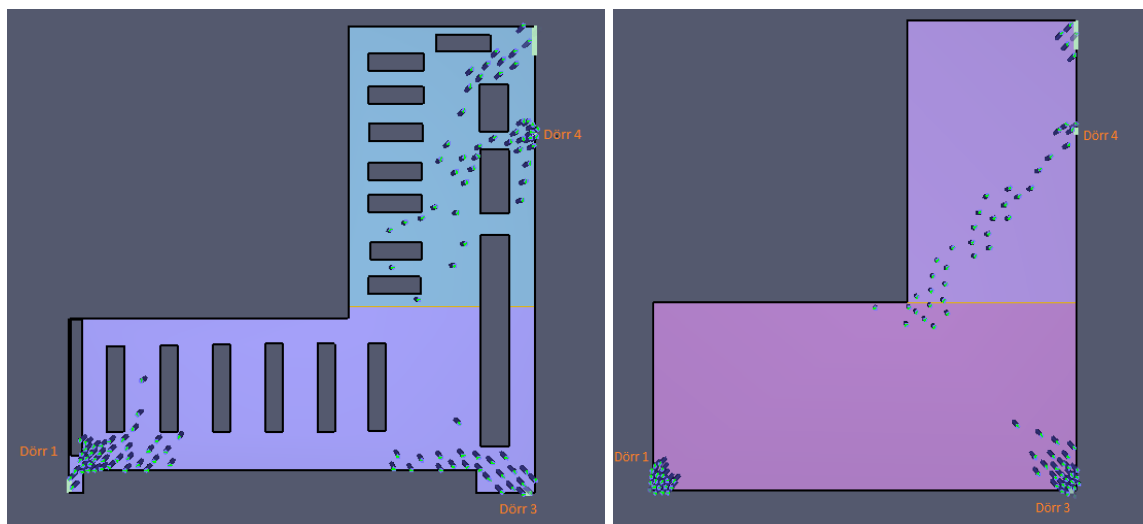
Figur 31 Effektutvecklingskurva för Jysk.

Som kan utläsas i Figur 31 kommer branden under de tio första minuterna uppnå en maximal effektutveckling på 17 MW om ingen aktivering av sprinklersystem sker.

Med hjälp av Detact har tiden för sprinkleraktivering räknats ut till 294 sekunder (Molinelli, 2012). Det innebär att effektutvecklingen begränsas vid ett maximalt värde på 4,0 MW.

11.3 Utrymning

För att få en uppfattning om hur utrymningstiden kan variera har ett antal olika scenarier simulerats i Pathfinder (Thunderhead, 2016). Till att börja med har personantalet satts till 30, 150, 300 respektive 500 personer. 30 personer har valts utefter uppskattat antal vid platsbesöket. 150 personer är gränsen för samlingslokal och är ett högt, rimligt antal då det till exempel är rea i butiken. Det har även utförts simuleringar då 300 personer vistas i lokalen eftersom detta antas vara ett extremt högt personantal men ändå möjligt. Slutligen har 500 personer valts vilket ses som ett värsta troliga scenario. Antalet är valt utifrån dimensionerande personantal för köpcentrum enligt BBRAD, vilket är 0,5 person per kvadratmeter, vilket ger ett totalt antal på ca 500 personer (Boverket, 2013). Att få plats med så många i butiken kan dock praktiskt bli ganska svårt då en stor del av golvarean är täckt av varor såsom sängar, hyllor och möbler.



Figur 32. Utrymning simulerades i Pathfinder för ett antal olika förutsättningar.

Först genomfördes en simulering av lokalen utan inredning och med alla nödutgångar fria. Sedan simulerades samma sak, men nu med delvis blockerade utgångar, precis så som det såg ut vid tidpunkten för studiebesöket. Dörr 1 sattes till 50 cm, dörr 3 till 80 cm och dörr 4 till 60 cm. Slutligen valdes även att sätta in hyllsystem i lokalen, för att se hur hinder i form av inredning fördröjer utrymningen. Geometrin kan ses i Figur 32.

Tiderna från de olika simuleringarna redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Utrymningstider för de olika förutsättningarna för brand i Jysk.

Antal personer	Tid (sekunder)		
	Ingen inredning i lokalen, full dörrbredd	Ingen inredning i lokalen, dörr 1, 3 och 4 delvis blockerade	Inredning i form av hyllsystem, dörr 1, 3 och 4 delvis blockerade
30	111	112	118
150	120	139	146
300	137	149	212
500	166	180	273

Ingångsvärden för simuleringen i Pathfinder har grundats på data från BBRAD. Flödet genom dörrar är satt till 1,1 p/(sm) för kända dörrar (huvudentrén) och 0,75 p/(sm) för okända dörrar (nödutgångarna). Varseblivningstiden har satts till 30 sekunder och förberedelsestiden har satts till en minut. Dessa antagen bygger på att samtliga besökare i butiken kan se branden.

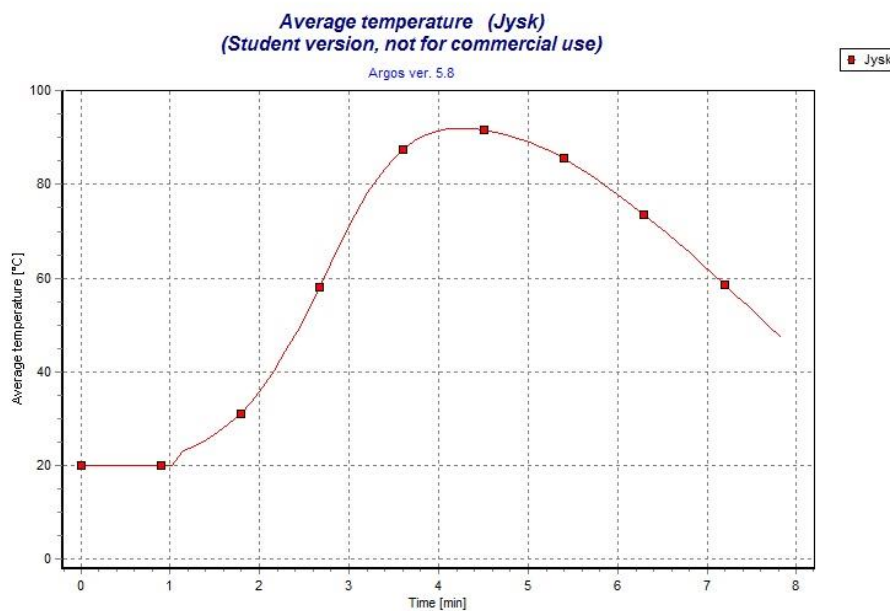
11.4 Simulering i Argos

Simuleringen i Argos beräknar tider till ett antal händelser i lokalen. Dessa redovisas i Tabell 6. Den effektkurva som använts vid simulering har tagits från Argos materialbibliotek.

Tabell 6. Händelser och tider till dessa från simulering i Argos. Tiden till aktivering av brandlarm och sprinkler används senare i känslighetsanalysen.

Händelse	Tid [sekunder]
Brandlarm aktiverar	38
Sprinkler aktiverar	171
Temperaturen i lokalen når kritisk nivå	192
Brandgaslagret når kritisk nivå	275

Tiden till kritiska förhållanden i lokalen beräknas enligt simuleringen till 192 sekunder, som presenteras i Figur 33.



Figur 33. Genomsnittliga temperaturen i lokalen Jysk vid aktiveringstemperatur 141°C och RTI 150 (ms)^{1/2}. Efter 3,2 minuter uppstår kritiska förhållanden, då är temperaturen i rummet 80 °C.

11.5 Handberäkningar

För att verifiera resultaten av datasimuleringar så har även handberäkningar på sikt, strålning och brandgaslagrets höjd genomförts. För fullständiga beräkningar hänvisas till bilaga B.

Beräkningarna visar att vid tiden för sprinkleraktivering har brandgaslagret nått en höjd av 1,82 meter, alltså under den kritiska höjden som inne på Jysk ligger på två meter. Efter 175

sekunder, alltså 2 minuter och 55 sekunder, har kritiska siktförhållanden uppnåtts. Det kritiska värdet för strålning är 8,7 meter. Utrymmande personer får alltså inte befinna sig närmare än 8,7 meter ifrån branden.

11.6 Resultat

De beräknade resultaten över scenariot på Jysk sammanfattas i Tabell 7.

Tabell 7. Resultat till utrymningstider för olika antal personer i Jysk med respektive tidsmarginaler. Kritiska förhållanden uppstår då kritisk temperatur nås eftersom enbart kritiskt värde på sikt eller brandgaslagrets höjd ej är tillräckligt.

	Tid till kritiska förhållanden (s)	Utrymningstid, 150 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 300 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 500 personer (s)	Tidsmarginal (s)
Temperatur – Argos	192	146	+76	212	-20	273	-51
Brandgaslagrets höjd - Argos	275	146	+159	212	+63	273	+2
Sikt - Handberäkningar	175	146	+59	212	-37	273	-68
Brandgaslagrets höjd - Handberäkningar	267	146	+121	212	+55	273	-6

I tabellen finns tid till kritiska förhållanden för temperaturen, brandgaslagret och sikten. Utrymningstider vid olika antal personer är också med i tabellen. Om tidsmarginalen är positiv och skrivet i svart betyder det att utrymningstiden ligger under kritiska tiden. Däremot med rött och negativt skrivet värde menas att utrymningstiden är längre än den kritiska tiden.

Här nedan sammanfattas resultatet från scenariot på Jysk som beräknats från simuleringar i olika dataprogram, handberäkningar och analyser.

- Effektutvecklingskurvan följer ett snabbt brandförlopp och efter 10 minuter är effektutvecklingen ca 17 MW om inte sprinklern utlöser.
- Sprinklern utlöser enligt Detact efter 294 sekunder. Effektutvecklingen begränsas då till ca 4,0 MW.
- Utrymningen av Jysk beräknas ta som mest 273 sekunder. Det gäller för de förutsättningar som rådde vid platsbesöket samt ett personantal på 500 personer.
- Kritiska förhållanden uppstår vid 192 sekunder då temperaturen är 80°C i lokalen.
- Utrymning av 150 personer sker med en säkerhetsmarginal på 76 sekunder.
- Vid utrymning av 300 personer är säkerhetsmarginalerna för både kritisk temperatur, brandgaslagrets höjd samt sikten negativa vilket medför att personer kommer att utrymma under kritiska förhållanden.

12 Känslighetsanalys

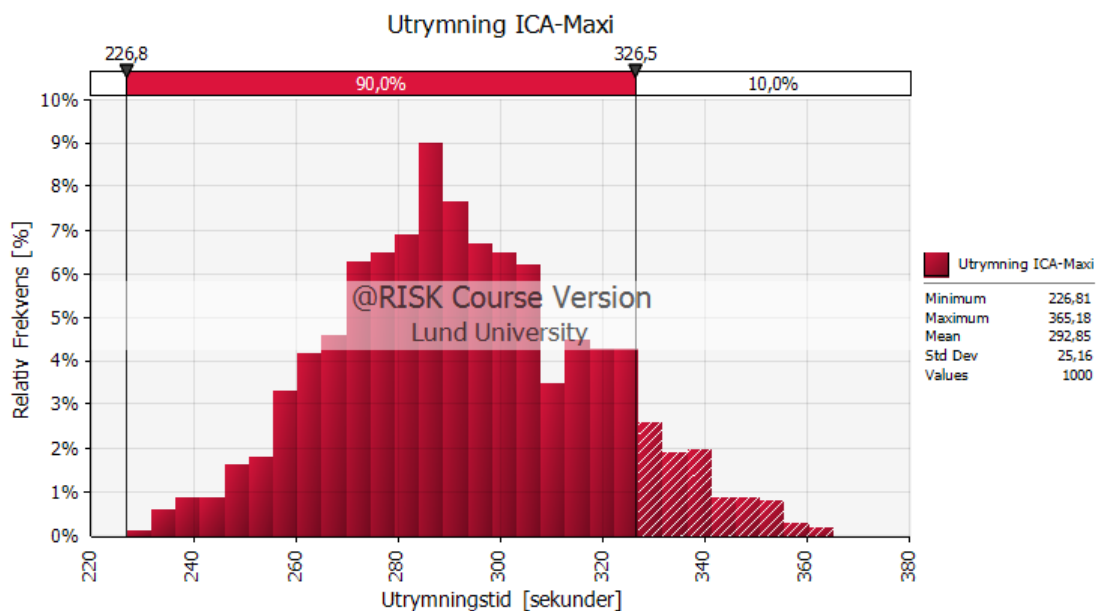
Ett antal känslighetsanalyser genomförs för de båda scenarierna.

12.1 Känslighetsanalys för scenario A

Känslighetsanalyser utförs för utrymningstid, sprinkleraktivering samt tillväxthastighet. Detta för att undersöka hur personsäkerheten påverkas om dessa parametrar förändras.

12.1.1 Utrymningstiden

En känslighetsanalys över utrymningstiden för brand på ICA Maxi genomförs med hjälp av @Risk (Palisade Corporation, 2016). Utrymningstiden beror på tre parametrar, varseblivningstid, förberedelsestid samt förflyttningstid. Alla tre triangelfördelas enligt kortaste tid, mest troliga tid och längsta tid. Den mest troliga varseblivningstiden är tiden tills brandlarmet aktiverar, den längsta troliga tiden sker då sprinklersystemet aktiverar. Dessa redovisas närmre i bilaga C. För analysen används den 90:e percentilen, detta diskuteras mer i kapitel 15.3.



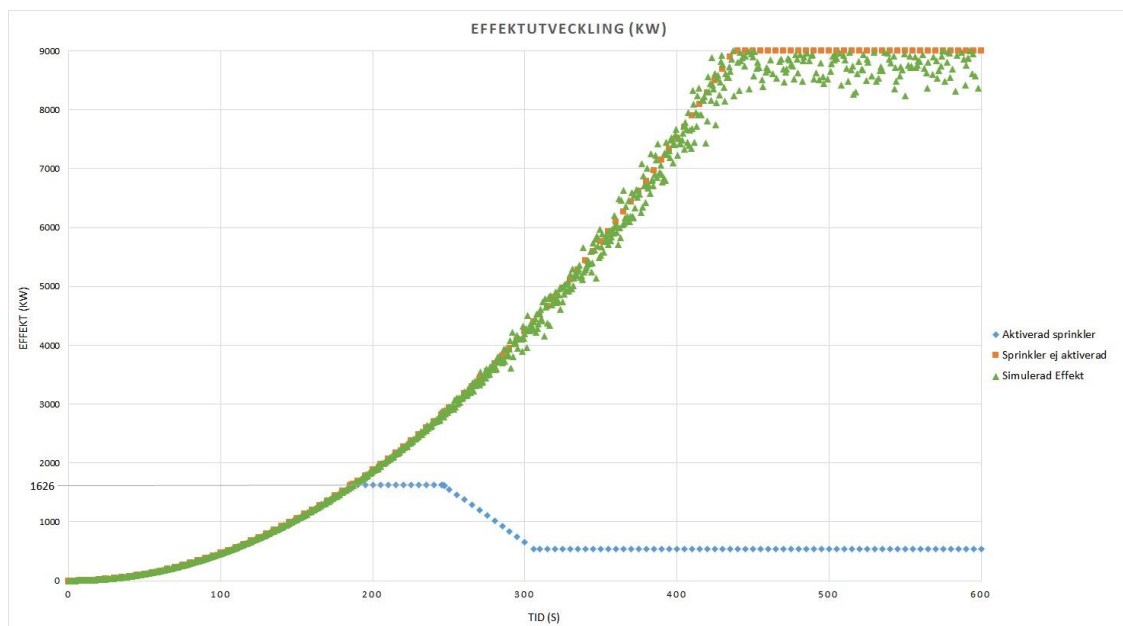
Figur 34. Utrymningstid för ICA-Maxi, simulerat i @Risk. Medelvärde är 293 sekunder, med en standardavvikelse på 25 sekunder.

Den längsta troliga utrymningstid (90:e percentilen) ges till 326, vilket endast är fem sekunder längre än den längsta tid given från Pathfinder, detta presenteras i Figur 34. Därmed verifieras resultaten från Pathfindersimuleringarna som giltiga och inga fler analyser behöver utföras.

12.1.2 Sprinkleraktivering

Att sprinkleraktivering sker vid händelse av brand på ICA Maxi är mycket viktigt då lokalen i flera fall har dimensionerats med hänsyn taget till detta brandskydd. Exempelvis har gångavstånden till närmsta utrymningsväg kunnat förlängas tack vare installation av sprinkler. Det finns dock en liten risk att sprinkleraktivering inte kommer ske. Detta scenario studeras i detta kapitel.

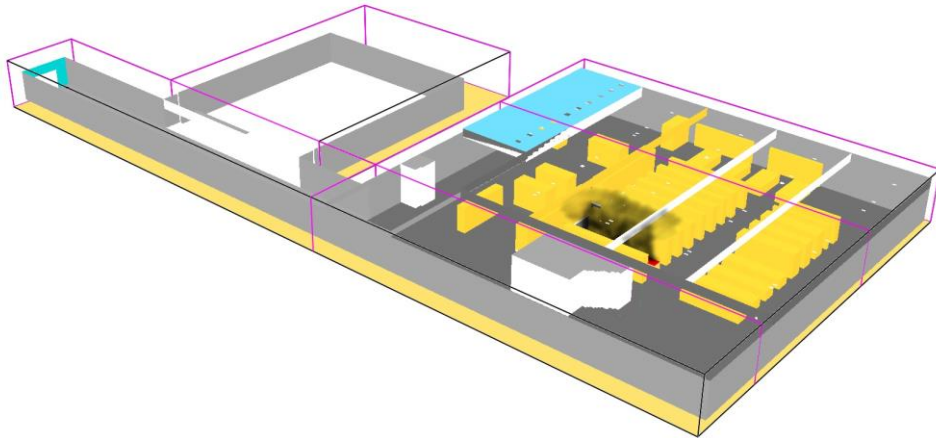
Scenariot har simulerats i FDS där en effektkurva har lagts in. Resultatet mellan beräknad effektkurva, se 10.2, och effektkurvan simulerad i FDS illustreras i Figur 35. Kurvorna korrelerar väl med varandra vilket gör att resultatet från simuleringen kan anses vara tillförlitligt.



Figur 35. Effektkurvor vid brand på ICA för normalfallet samt fallet då sprinklersystemet felfungerar (både tilltänkt och faktiskt simulerad effekt).

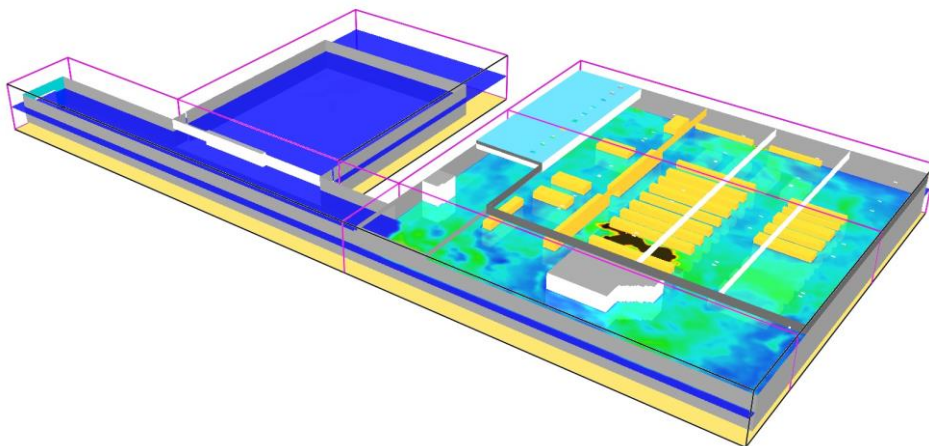
Branden i chipshyllan når upp till en maximal effektutveckling på 9 MW efter ca 7 minuter om ingen sprinkleraktivering sker.

Figur 36 visar brandrökens utbredning i lokalen efter 30 sekunder. Vid denna tid förväntas rökdetektorerna aktivera och de personer som inte har sett branden får kännedom om den.



Figur 36. Efter 30 sekunder utlöser rökdetektorn och brandlarm ljuder i lokalen. Bilden är tagen från Smokeview med uppvisat resultat från simulering där sprinklersystemet felfungerar och branden fortlöper fritt.

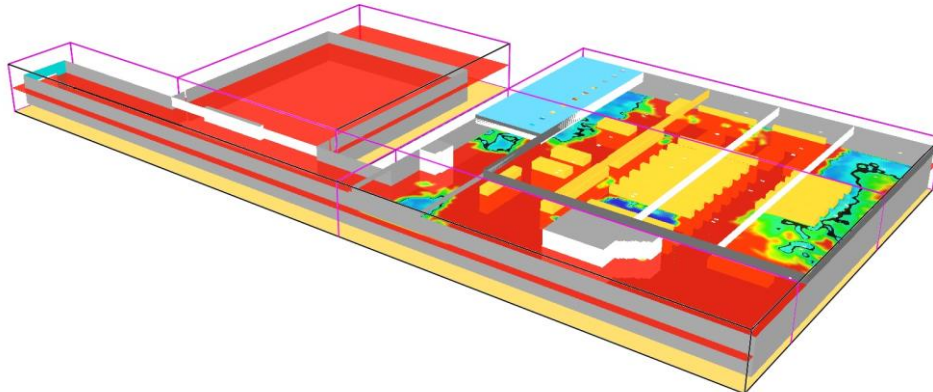
Figur 37 illustrerar temperaturen i lokalen efter 10 minuter. Den kritiska temperaturen är 80°C , vilket endast uppmäts i direkt anslutning till den brandbelastade chipshyllan (svart område i figuren). Ingen annatstans i lokalen kommer alltså kritisk temperatur uppnås under brandens tidiga förlopp. Resultatet anses sannolikt på grund av den höga takhöjden.



Figur 37. Temperaturmätningar i lokalen, mätt vid två meters höjd. Det svarta området visar temperaturer på 75 grader Celsius eller högre. Bilden är tagen från Smokeview med uppvisat resultat från simulering där sprinklersystemet felfungerar och branden fortlöper fritt.

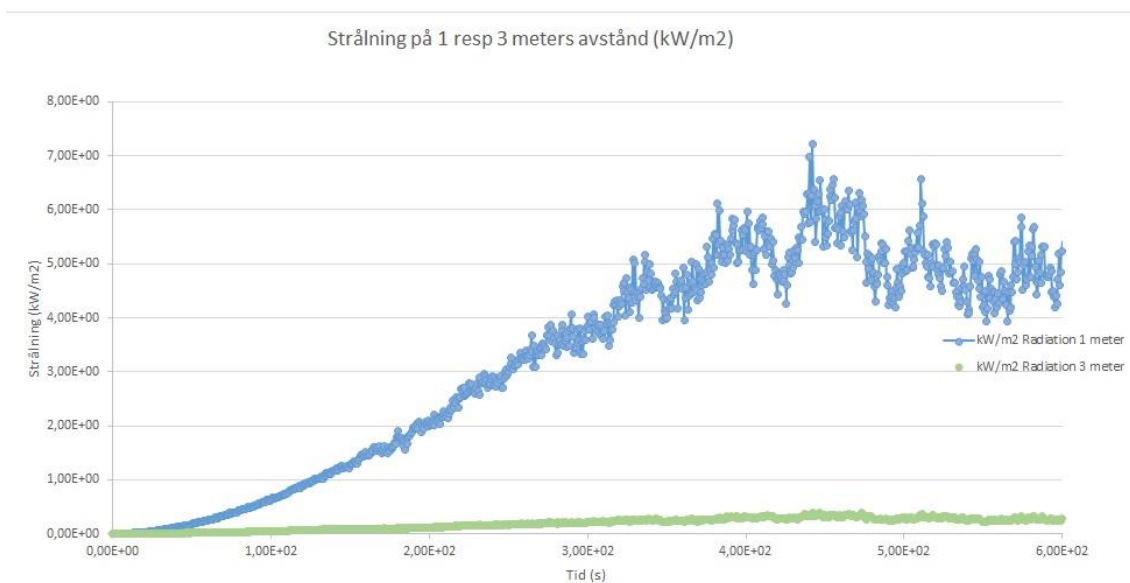
Figur 38 visar en slice file från FDS där rökspridningen vid 200 sekunder åskådliggörs. Det syns tydligt hur rök sprids sig längst taket för att sedan sjunka på kortsidorna ner till två meters höjdnivå som illustreras i figuren. Det är inom det område som ligger inom den svarta randen som sikten har understigit 1 obscura, alltså 10 meters sikt, och då räknas som kritisk. Vid 200 sekunder har detta område spridit sig fram till utrymningsvägen i bakkant på lokalen

vilket gör att dörren från denna tid inte kommer kunna nyttjas för utrymning. Men fortfarande är utrymning via entrén och kassorna möjlig.



Figur 38. Slice file som visar sikten på två meters höjd inne på ICA. Det område som är markerat svart visar var sikten är 10 meter, området som innesluts av det svarta har sikt som är mindre än 10 meter. Vid detta tillfälle (200 sekunder) bedöms sikten vara kritisk för de som vistas i lokalen.

Figur 39 illustrerar strålningsintensiteten som utrymnande personer utsätts för då de befinner sig på en respektive tre meters avstånd från chipshyllan som brinner. Mätpunkterna har placerats i den gång som leder inifrån butiken och ut mot kassorna. Vid en meters avstånd uppnås en kritisk strålning på $2,5 \text{ kW/m}^2$ efter ca 230 sekunder. Tre meter ut från hyllan kommer kritisk strålning inte inträffa alls. Det innebär att strålningen inte kommer att hindra utrymnande personer från att ta sig förbi branden och mot kassorna så länge de håller sig väl ute i gångstråket.



Figur 39. Grafen visar hur strålningen varierar på en respektive tre meters avstånd från branden. Kritisk strålning på $2,5 \text{ kW/m}^2$ uppnås efter ungefär 230 sekunder vid ett avstånd på en meter.

Även handberäkningar har genomförts vid felfungerande sprinkler. Resultaten redovisas i Tabell 8. För fullständiga beräkningar hänvisas till bilaga A.

Tabell 8. Resultat för handberäkningar vid felfungerande sprinkler på ICA Maxi.

Erfordrad öppningsarea för att hålla brandgaslagret över kritisk nivå	2,87 m ² = 12 luckor
Kritiskt avstånd för brandspridning	4,6 m
Kritiskt avstånd för utrymning	13 m
Kritisk sikt	369s

Beräkningarna visar att branden troligtvis kommer att sprida sig till angränsande hyllor. Det innebär att vi kommer att få ett konstant ökande brandförlopp om sprinklern är ur funktion.

De handberäknade värdena på strålning är mycket högre än de som simulerats fram i FDS. Detta beror på de förenklingar som FDS gör i sina beräkningar. Vid handberäkningarna har chipshyllan approximerats till en punktkälla.

I Tabell 9 sammanfattas resultaten från både handberäkningar och simuleringar vid felfungerande sprinkler.

Tabell 9 Sammanställning av resultat av simuleringar och handberäkningar vid felfungerande sprinkler på ICA Maxi.

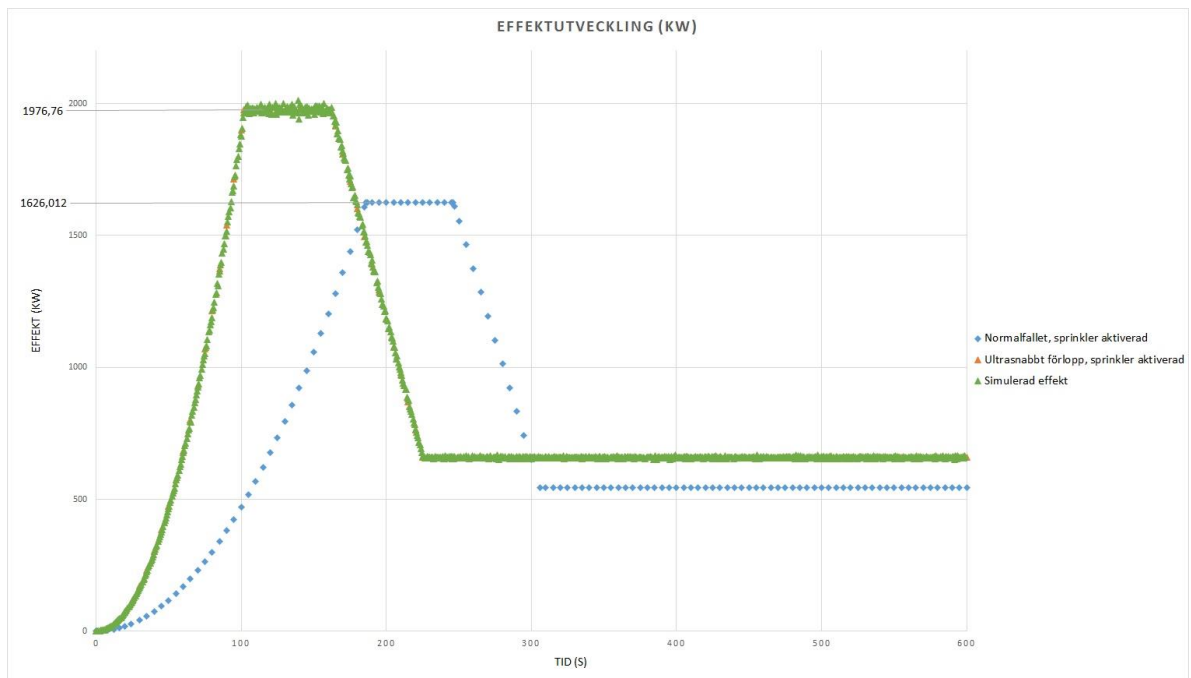
	Kritisk tid (s)	Utrymningstid, 250 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 800 personer (s)	Tidsmarginal (s)
Temperatur – FDS	Uppnås ej	176	-	321	-
Sikt - FDS	200	176	+24	321	-121
Sikt - handberäkningar	369	176	+193	321	+48
Brandgaslagrets höjd - handberäkning	Uppnås ej	176	-	321	-
Strålning	Uppnås ej	176	-	321	-

Sammanfattningsvis konstateras att utrymningssäkerheten är tillräcklig även när sprinklersystemet felfungerar. Enligt simuleringarna inträffar kritisk sikt något tidigare än vid sprinkleraktivering, men då kritiska nivåer på varken temperaturen, brandgaslagrets höjd eller strålningen uppnås kommer utrymningen att kunna ske tryggt.

Dock visar beräkningarna att en betydande spridningsrisk föreligger. För egendomens skydd och räddningstjänstens förmåga till en lyckad insats är det dock av största vikt att sprinklern fungerar tillfredställande.

12.1.3 Tillväxthastighet

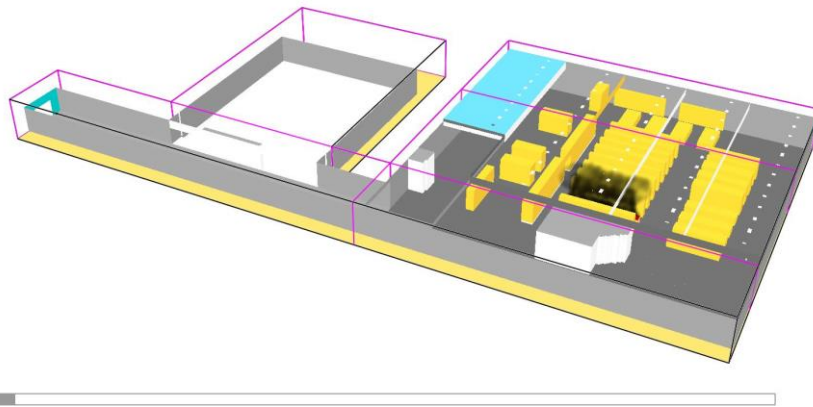
Tillväxthastigheten har antagits vara snabb på ICA Maxi. Dock så kan kurvan från försöket på SP, se Figur 21, ha en tendens att närma sig kurvan för ett ultrasnabbt brandförlopp. Därför utförs en analys hur detta hade påverkat brandscenariot. Effektkurvan kommer då se ut som i Figur 40.



Figur 40. Effektkurvor för branden på ICA vid ultrasnabbt brandförlopp (den tilltänkta effektkurvan sammanfaller med den faktiskt simulerade effekten) samt effektkurva för normalfallet.

Vid ett ultrasnabbt brandförlopp kommer sprinkleraktivering ske efter 103 sekunder enligt Detact. Det innebär att branden då har en effektutveckling på 2 MW.

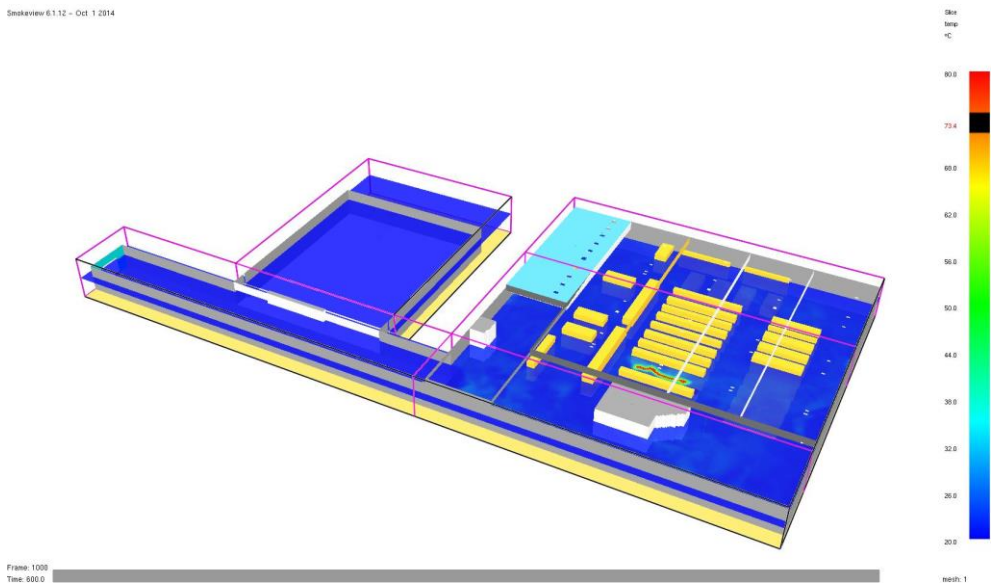
Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



Figur 41. Efter 22 sekunder aktiverar rökdetektorerna, rökmängd i rummet vid detta tillfälle visas ovan. Bilden är tagen från Smokeview med uppvisat resultat från simulering med ultrasnabbt brandförlopp.

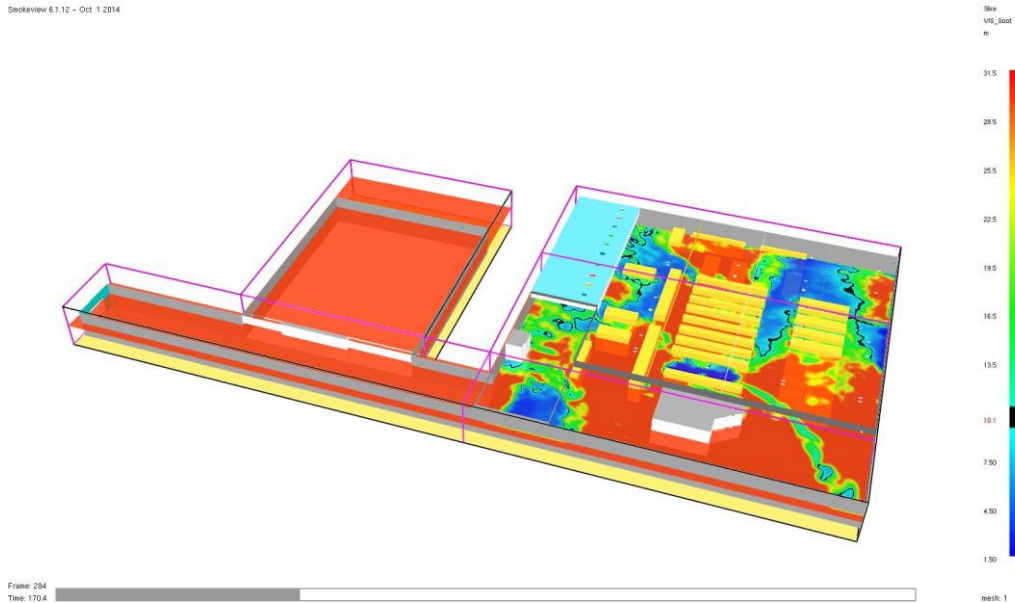
I Figur 41 syns hur rökutvecklingen ser ut då rökdetektorerna ovanför branden aktiveras, det vill säga efter 22 sekunder.

Smokeview 6.1.12 - Oct 1 2014



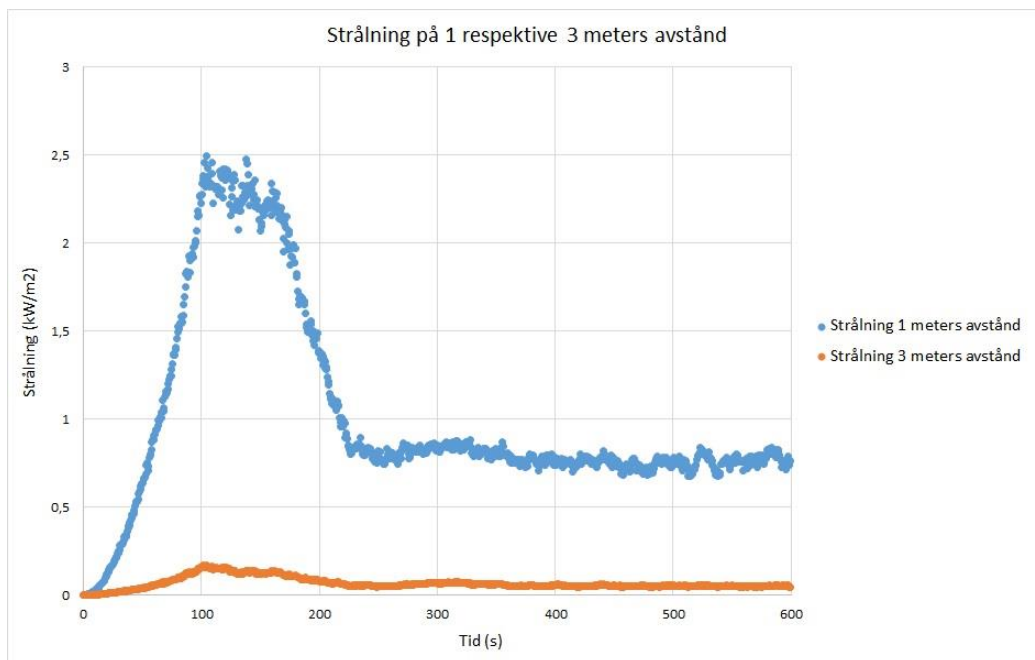
Figur 42. Temperaturmätningar i lokalen, mätt vid två meters höjd. Det svarta området visar temperaturer på 75 grader Celsius eller högre, det uppstår aldrig högre temperaturer än vad som visas på bilden. Bilden är tagen från Smokeview med uppvisat resultat från simulering där brandförloppet är ultrasnabbt och sprinkler aktiveras efter 103 sekunder.

I Figur 42 syns temperaturfördelningen på två meters höjd, endast precis vid flaman överstiger temperaturen 75°C.



Figur 43. Slice file som visar sikten på två meters höjd inne på ICA. Det område som är markerat svart visar var sikten är 10 meter, området som innesluts av det svarta har sikt som är mindre än 10 meter. Vid detta tillfälle (170 sekunder) sägs sikten vara kritisk för de som vistas i lokalen.

I Figur 43 illustreras sikten på två meters höjd när kritiskt förhållande precis har uppstått.



Figur 44. Grafen visar hur strålningen varierar på en respektive tre meters avstånd från branden. Kritisk strålning på 2,5 kW/m² uppnås efter ungefär 100 sekunder vid ett avstånd på en meter.

I Figur 44 illustreras hur strålningen på olika avstånd från branden varierar.

I Tabell 10 redovisas tidsmarginalen för de olika simuleringarna och handberäkningarna.

Tabell 10. Sammanställning av resultat av simuleringar och handberäkningar vid ultrasnabbt förlopp på ICA Maxi.

	Kritisk tid (s)	Utrymningstid, 250 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 800 personer (s)	Tidsmarginal (s)
Temperatur – FDS	Uppnås ej	176	-	321	-
Sikt - FDS	170	176	-6	321	-151
Sikt - handberäkningar	232	176	+56	321	-89
Brandgaslagrets höjd - handberäkning	Uppnås ej	176	-	321	-
Strålning	Uppnås ej	176	-	321	-

Vid ett ultrasnabbt förlopp kommer sprinklern att aktiveras tidigare än i fallet med snabbt förlopp. Tack vare sprinklerns inverkan kommer kritiska nivåer på temperaturen, brandgaslagrets höjd samt strålningen inte inträffa. Precis som i tidigare analyser är det endast sikten som uppnår kritiska nivåer. Men trots att sikten i delar av lokalen är dålig så förväntas utrymningen kunna slutföras på ett säkert och tillfredställande sätt.

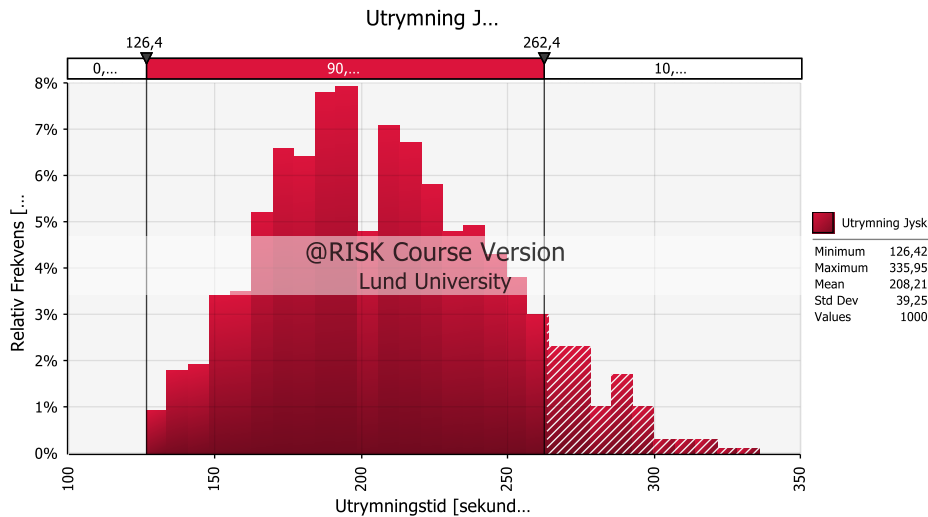
12.2 Känslighetsanalys för scenario B

Känslighetsanalyser utförs för utrymningstid, sprinkleraktivering samt tillväxthastighet. Detta för att undersöka hur personsäkerheten påverkas om dessa parametrar förändras.

12.2.1 Utrymningstiden

För utrymningstiden på Jysk utfördes en känslighetsanalys med @Risk, för att kunna analysera vilken parameter som påverkar utrymningstiden mest. Utrymningstiden är summan av varseblivningstiden, förberedelsetiden och förflyttningstiden.

Värden för varseblivningstid erhöles genom simulering i Argos, förberedelsetiden från värden från BBRAD samt förflyttningstiden från simuleringar i Pathfinder. Samtliga ingående parametrar och deras fördelning redovisas i bilaga C. Figur 45 visar utrymningstidens fördelning i ett stapeldiagram. För analysen används den 90:e percentilen, detta diskuteras mer i kapitel 15.3. Resultatet av simuleringen kan ses i Figur 45.



Figur 45. Utrymningstid för Jysk, simulerat i @Risk. Medelvärdet är 208 sekunder, med en standardavvikelse på 39 sekunder.

Den längsta troliga utrymningstid (90:e percentilen) ges till 262 sekunder, vilket är elva sekunder kortare än den längsta tid given från Pathfinder. Därmed verifieras resultaten från Pathfindersimuleringarna och inga fler analyser behöver utföras.

12.2.2 Sprinkleraktivering

Då det exakta RTI-värdet på sprinklerhuvudena inte är känt så studeras effekten av ett antal olika RTI-värden. Som kan utläsas i Tabell 11 kommer sprinkleraktivering att ske innan kritiska förhållanden uppnås i samtliga fallen.

Tabell 11 Simulering i Argos med olika värden på RTI.

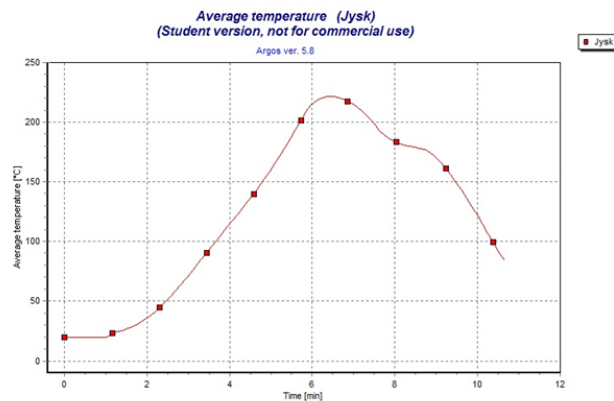
RTI-Värde	Tid till sprinkleraktivering	Tid till brand släcks	Kritisk höjd brandgaslagret	Kritisk Temperatur
50	2:24	6:07	6:00	Uppnås ej
100	2:42	7:04	5:06	3:70
150	2:51	7:52	4:35	3:20
200	3:11	8:35	4:16	3:15

Ytterligare ett fall som behöver undersökas är då sprinklern felfungerar. Brandförloppet simulerades ännu en gång i Argos, men denna gång utan sprinklersystemet aktiverat. Utan sprinklers som snabbt kontrollerar branden blir förloppet mycket häftigare. I Tabell 12 redovisas vilka kritiska parametrar som erhålls och vid vilken tid.

Tabell 12 Tid till kritiska förhållanden då sprinklersystemet ej aktiverar.

Parameter	Kritiskt förhållande	Tid till kritiskt förhållande
Brandgaslagrets höjd över golv	2 meter	240 sekunder
Temperatur i lokalen	80 °C	180 sekunder
Strålning från brandgaslagret	2,5 kW/m ²	255 sekunder

Som Figur 46 visar uppstår kritiska förhållanden efter 180 sekunder då temperaturen i rummet överstiger 80°C.



Figur 46. Genomsnittliga temperaturen i lokalen under brandförloppet utan sprinkleraktivering. Efter 210 sekunder uppnås det kritiska värdet 80 °C.

I Tabell 13 sammanfattas resultaten från både handberäkningar och simuleringar vid felfungerande sprinkler.

Tabell 13. Resultat till utrymningstider för olika antal personer i Jysk med respektive tidsmarginaler. Kritiska förhållanden uppstår då kritisk temperatur nås eftersom enbart kritisk värde på sikt ej är tillräckligt.

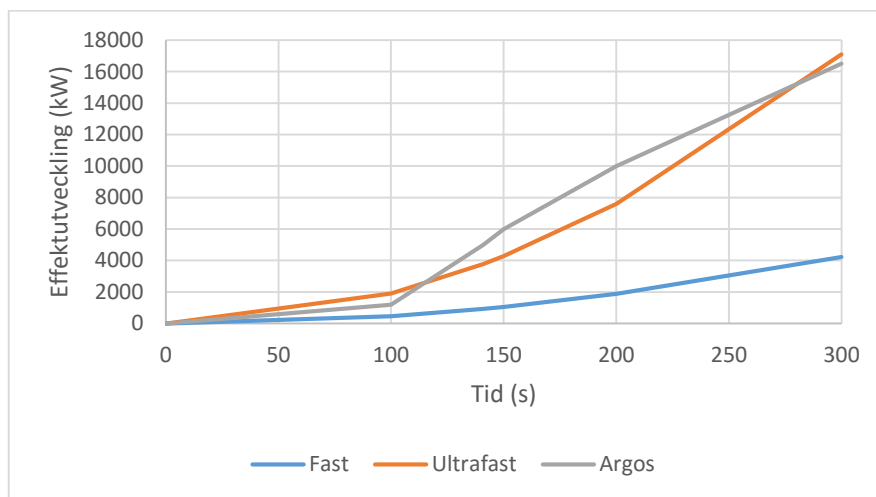
	Kritisk tid (s)	Utrymningstid, 150 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 300 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 500 personer (s)	Tidsmarginal (s)
Temperatur – Argos	180	146	+34	212	-32	273	-93
Brandgaslagrets höjd - Argos	240	146	+94	212	+28	273	-33
Sikt - Handberäkningar	175	146	+59	212	-37	273	-68
Brandgaslagrets höjd – Handberäkningar	267	146	+121	212	+55	273	-6

Vid felfungerande sprinklersystem kommer kritiska förhållanden uppstå efter 180 sekunder då temperaturen i lokalen uppnår 80°C. Det är något tidigare än vid fungerande sprinklersystem. Tidsmarginalerna för utrymning kommer därmed bli ännu något sämre. Dock är det viktigt att kunna begränsa branden innan kritiska förhållanden uppstår. Det är därför av yttersta vikt att på Jysk kontrollera att funktionen i sprinklersystemet är säkerställd. Men det krävs även åtgärder som gör att sprinkleraktivering sker tidigare, innan kritiska förhållanden uppstår.

12.2.3 Tillväxthastighet

Vid ett ultrasnabbt brandförlopp kommer sprinkleraktivering ske efter 181 sekunder. Vid den tidpunkten har branden uppnått en effektutveckling av 6,2 MW.

I Figur 47 visas en jämförelse mellan effektutvecklingskurvorna vid ett snabbt (alfavärde 0,047 kW/s²) respektive ultrasnabbt (alfavärde 0,19 kW/s²) förlopp. Även den effektutvecklingskurva som blev utfallet av simuleringarna i Argos har lagts in i grafen. Det syns tydligt att den kurva som fåtts från simuleringarna i Argos mycket väl korrelerar med den som gäller för ett ultrasnabbt förlopp. Detta innebär att ingen ytterligare simulering för branden på Jysk behöver genomföras.



Figur 47. En jämförelse mellan snabb, ultrasnabb och den i Argos simulerade effektutvecklingen för brandscenariot på Jysk.

Däremot kan det vara av intresse att titta på handberäkningarna igen då dessa har grundat sig på ett snabbt förlopp, vilket analysen ovan visar är långt ifrån ett konservativt antagande.

Brandgaslagret ligger enligt handberäkningar på en höjd av 2,86 meter. Det är alltså långt över kritisk nivå. Anledningen till detta är att vid ett ultrasnabbt förlopp sker sprinkleraktiveringen mycket tidigare än vid ett snabbt förlopp och därför hinner inte brandgaslagrets nivå sjunka lika lågt som vid ett snabbt förlopp. Det kritiska strålningsavståndet för utrymning blir 10,9 meter, alltså ett par meter längre än vid ett snabbt förlopp. För fullständiga beräkningar hänvisas till Bilaga B. I Tabell 14 redovisas tidsmarginalerna.

Tabell 14. Resultat för utrymningstider vid olika antal personer i Jysk med respektive tidsmarginaler. Kritiska förhållanden uppstår först då kritisk temperatur uppnås eftersom enbart kritiskt värde på sikt ej är tillräckligt.

	Kritisk tid (s)	Utrymningstid, 150 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 300 personer (s)	Tidsmarginal (s)	Utrymningstid, 500 personer (s)	Tidsmarginal (s)
Temperatur – Argos	180	146	+34	212	-32	273	-93
Brandgaslagrets höjd - Argos	240	146	+94	212	+28	273	-33
Sikt - Handberäkningar	110	146	-36	212	-102	273	-163
Brandgaslagrets höjd - Handberäkningar	304	146	+158	212	+92	273	+31

Det värde som främst påverkas av ett ultrasnabbt brandförlopp är den handberäknade sikten som får ett mycket lägre värde. Redan vid utrymning av 150 personer fås en negativ säkerhetsmarginal. Resultaten från Argos visar att effektkurvan från simuleringen korrelerar bättre med den för ultrasnabbt förlopp än den för ett snabbt förlopp, vilket gör att det kan antas att dessa handberäkningar är lite mer pålitliga. För utrymningssäkerheten spelar dock inte alfavärdet så stor roll. Analyserna visar tydligt att åtgärder behöver vidtas för att kunna säkerställa en säker utrymning.

13 Resultat efter förbättringar

Två åtgärder skall genomföras, dessa kontrolleras för att se att de nya förutsättningarna gör brandskyddet acceptabelt.

13.1 Byte av sprinklerhuvuden på Jysk

För branden på Jysk utfördes en simulering i Argos för att se om de kritiska förhållandena uppstår när sprinklerhuvuden med aktiveringstemperatur 68°C och ett RTI på 50 (ms)^{1/2}. I Tabell 15 nedan redovisas vilka parametrar som erhålls, vid vilken tid samt hur de förhåller sig till de kritiska förhållandena. Som tabellen visar kontrolleras branden snabbt av sprinklersystemet och det finns gott om tid för kunder och personal att utrymma lokalen säkert. Detact ger med nya sprinklerhuvuden en aktiveringstid på 141 sekunder.

Tabell 15. Parametrar som erhålls från simulering i Argos. De kritiska förhållandena uppnås ej.

Parameter	Uppnått maxvärde	Tid	Kritiskt
Brandgaslagrets höjd över golv	3,5 meter	180 sekunder	Nej
Temperatur i lokalen	29°C	120 sekunder	Nej
Strålning från brandgaslagret	0,62 kW/m ²	120 sekunder	Nej

13.2 Skapande av fria utrymningsvägar

För att illustrera hur blockerade utrymningsvägar påverkar utrymningstiden har utrymningssimuleringen från Pathfinder för Jysk analyserats. För att inte använda för många konservativa antaganden har analysen valts att utföras vid de förhållanden som var vid platsbesöket, alltså då tre av dörrarna var delvis blockerade men huvudentrén helt öppen. Resultatet visas i Tabell 16.

Tabell 16. Fördröjning i utrymningstid på Jysk på grund av delvis blockerade utrymningsvägar

Antal personer	Tid (sekunder)		Fördröjning
	Full dörrbredd	Dörr 1, 3 och 4 delvis blockerade	
30	111	112	0,9 %
150	120	139	15,8 %
300	137	149	8,6 %
500	166	180	8,4 %

Som syns i tabellen så blir fördröjningen inte stor då det är få personer i lokalen. Men så fort personantalet kan förväntas vara så stort att köbildning eventuellt kan uppstå blir fördröjningen betydande.

Flera andra butiker hade också blockerade utrymningsvägar, antingen helt eller delvis. Blockerade utrymningsvägar hittades på Lloyds Apotek, Team Sportia och Asian Deli. I dessa butiker kan personantalet förväntas vara ganska litet, vilket gör att utrymningstiderna inte blir mycket förlängda, däremot uppfylls inte BBR-kravet på två oberoende utrymningsvägar då den ena är blockerad (Brandteknik, 2014).

14 Borttagande av utrymningsväg

Vid platsbesöket ställdes gruppen inför en fråga ifall en av utrymningsvägarna i anslutning till ICA Maxi kunde plockas bort. För att besvara frågan har en utrymningsanalys genomförts.

Utrymningsvägen ligger ute i galleriagången i anslutning till ICA Maxi Café mitt emellan entrén och kassorna. Dörren är 120 cm bred och leder in i en liten sluss som används som in- och utstämpling av personalen på ICA Maxi. Vid utrymning tar man sig sedan upp genom trappan till plan två, vidare genom ICA Maxis personalutrymmen och kommer därefter ut ur byggnaden genom en spiraltrappa som slutar vid ICAs lastkaj, markerad med orange pil i Figur 48.

Ett önskemål från ICA Maxi är att inte behöva använda denna väg som tillgänglig för besökare i butiken utan bara att använda för personal. Detta gör att materiel som enbart skall vara tillgänglig för personal kan förvaras här och att dörren kan hållas låst.

Då gångavstånden inom ICA Maxi överskrider de i BBR föreskrivna har brandskyddet lösts med analytisk dimensionering. Därför tas i denna analys ingen vidare hänsyn till långa gångavstånd, utan analysen innefattar bara att analysera om alla personer kan utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

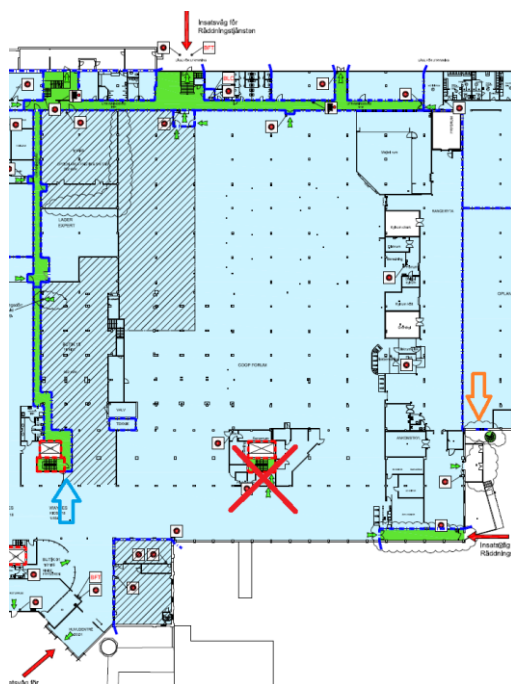
Utrymningssimulering har genomförts i Pathfinder. Parametrar som används är hämtade ifrån BBRAD. Flödet genom dörrar är satt till 1,1 p/sm för kända dörrar (huvudentrén) och 0,75 p/sm för okända dörrar (nödutgångarna). Förberedelse tiden har satts till en minut. Simuleringarna har genomförts med 500 respektive 800 personer. Resultatet redovisas i Tabell 17.

Tabell 17 Resultat från utrymningssimulering i Pathfinder. I första simuleringen finns alla utrymningsvägar som dom ser ut idag. Andra simuleringen är efter borttagandet av utrymningsvägen vid ICA Café.

	500 personer	800 personer
Med dagens utrymningsvägar	256s	321s
Utan dörren vid ICA Café	293s	429s

Med 500 personer i butiken blir utrymningstiden ca 15 % längre med borttagandet av utrymningsvägen. Med personantalet 800 blir utrymningstiden fördröjd med hela 37 %.

Som har visats tidigare i rapporten så kommer inte kritiska förhållanden uppstå innan sprinkleraktivering sker. Det gör att alla personer kommer att hinna utrymma lokalen och den



Figur 48. Kartsnitt över ICA Maxi. Utrymningsvägen som är aktuell för borttagning är markerad med ett rött kryss.

fördröjning som sker vid bortplockandet av utrymningsvägen vid ICA Maxi café påverkar därför inte i stort.

Dock finns det en liten chans att sprinklersystemet inte utlöser. Då kommer enligt handberäkningar kritisk sikt uppstå i lokalen efter 323 sekunder och enligt simuleringar i FDS kommer kritisk sikt i vissa delar av lokalen uppstå redan efter 200 sekunder. Detta gör att det är av yttersta vikt att hålla nere utrymningstiderna. I detta fall kan inte en utrymningstid på 429 sekunder godtas. Därför presenteras två åtgärdsförslag.

Det första åtgärdsförslag som kan genomföras för att undvika att få en stor ökning i utrymningstiderna då utrymningsvägen vid caféet tas bort är att lägga till en annan utrymningsväg. En möjlig väg är att ha utrymning via lagret på ICA Maxi. Utrymningen måste i sådana fall ske genom en rullport, via lagret och ut på lastkajen.

Det andra alternativet är att märka upp dörren från galleriagången som leder in i utrymningsgången i bakkant på ICA Maxi, se blå pil i Figur 48. På de gamla ritningarna syns inte denna möjlighet men vid platsbesöket observerades att en ombyggnation genomförts vilket möjliggör denna utrymningsväg. Nya utrymningstider har beräknats med respektive åtgärder, dessa redovisas i Tabell 18.

Tabell 18 Utrymningstider simulerade för två olika alternativa utrymningsvägar i ICA Maxi.

	500 personer	800 personer
Med dörr ut i utrymningskorridor	256s	296s
Med utrymning genom lagret	193s	240s

Som kan utläsas i tabellen så blir utrymningstiderna väsentligt snabbare om en väg genom lagret öppnas upp. Utrymningen tar då ca 30 % kortare tid än vad det gör med dagens lösning. Dock för denna lösning med sig en del bekymmer. Utrymningsgångar måste markeras upp på lagret där inga varor får stå, truckar får bara förvaras på sina parkeringsplatser, lastkajen måste förbättras för att personer ska kunna komma ner och rullporten måste öppnas med automatik när brandlarmet går. Detta sammantaget gör att lagret inte kommer kunna utnyttjas till fullo, och utrymning via lager avråds från i kapitel 5:32 i BBR21.

I det andra åtgärdsförslaget, med en dörr ut i utrymningskorridoren blir utrymningstiderna helt likvärdiga med dagens utrymningstider. De åtgärder som behövs för denna lösning är att utforma dörren så den uppfyller kraven för utrymningsväg samt att tydligt markera den. Detta lösningsförslag rekommenderas för att kunna säkerställa att en trygg utrymning ska kunna ske.

15 Diskussion

15.1 Metod

Uppstarten av arbetet var platsbesöket som genomfördes tidigt i projektperioden. Här insamlades mycket av den data som sedan användes i simuleringar och beräkningar. En av svårigheterna var att vara tillräckligt förberedd inför detta besök. Eftersom det inte funnits möjlighet att återkomma till objektet har det varit av yttersta vikt att få med allt vid första besöket. En mycket viktig faktor till att platsbesöket blev lyckat för gruppen var det gedigna underlag med ritningar, brandskyddsdokumentation samt objektsbeskrivningar som fanns att tillgå innan besöket. Det gjorde att förslag över möjliga scenarier och avgränsningar kunde tas fram tidigt. Ytterligare en viktig parameter vid platsbesöket var alla foton som togs under dagen. Hela 297 bilder från objektet har dokumenterats och har varit till mycket hjälp för att till exempel kontrollera exakta placeringar av brandtekniska installationer och byggnadens geometrier.

I den grovanalys som sedan genomfördes värderades sannolikhet mot konsekvens för de olika brandscenerierna. De olika scenarierna placerades ut i en riskmatris varefter två stycken valdes ut för vidare analys. I detta skede utfördes en avvägning över vad som egentligen var värst av en händelse som inträffar sällan men har stora konsekvenser och en händelse som har hög sannolikhet men där konsekvenserna är låga. För att få en bra kompromiss mellan dessa har gruppen försökt att välja att branden startat på de sätt som enligt den framtagna statistiken är vanligast. I vårt fall behandlas en anlagd brand och en värmeöverföring från felfungerande lysrör och placerat dem i lokaler där konsekvenserna kan bli stora. På så sätt kan de två dimensionerade scenarierna vara representativa för alla identifierade scenarier.

15.2 Scenario

I det inledande skedet av utvärderingen diskuterades ett antal olika brandscenerier. Med hjälp av statistik från MSB samt genomtänkta utfall kunde dessa särskiljas i en riskmatris och två dimensionerande scenarier valdes. Ett av dem hade störst risk enligt matrisen, det andra hamnade på en delad andraplats. Då en av utrymningsvägarna i scenario A var intressant för närmre granskning, för att testa om den gick att ta bort helt, valdes detta scenario framför scenario C. Ytterligare en anledning var att scenario A antogs ha en mycket högre persontäthet vilket borde resultera i längre total utrymningstid.

15.3 Känslighetsanalys - Utrymningstid

I programmet @Risk används den 90:e percentilen, vid denna percentil används det värsta troliga fallet. Om den 95:e percentilen skulle användas behöver man istället använda det värsta scenariot för varseblivning, förberedelsetid och förflyttning. Det skulle ge väldigt konservativa värden.

15.4 Resultat

15.4.1 Resultat ICA Maxi

Utförda beräkningar och simuleringar resulterar i att personsäkerheten är säkerställd vid utrymning av ICA Maxi. Både handberäkningar och FDS-simulering styrker detta. Det enda kritiska värde som uppmättes är sikten. Men då definitionen av kritiska förhållanden anger att enbart sikten i sig inte är kritisk, utan minst ett kriterie till måste vara uppfyllt kan det konstateras att kritiska förhållanden ej råder i lokalen under det tidiga brandförloppet

(Boverket, 2013). Detta är den tolkning som gruppen har gjort utifrån studerad litteratur. Dock har det i samband med redovisning av arbetet presenterats synpunkter från externa opponenter på om verkligen flera kriterier måste vara uppfyllda för att kritiska förhållanden ska uppstå. Generellt inom branchen verkar det som att uppfattningen är att enbart dålig sikt i sig medför att kritiska förhållanden uppstår. Detta skulle i sådana fall innebära att åtgärder eventuellt skulle behöva vidtas inne på ICA Maxi för att säkerställa en fullgod sikt under hela utrymningsförloppet. Till exempel skulle brandgasfläktar eventuellt kunna lösa problemet.

Kritisk sikt uppstod enbart vid det fallet då 800 personer skulle utrymma, vilket är baserat på observationer från platsbesöket och från brand- och utrymningsutredningen (Hermansson, 2014). Likaså kan man i Figur 27 se att det är bara i kanterna av lokalen som siktförhållandena är dåliga. Det är därför högst sannolikt att inga personer kommer utsättas för denna sikt då de antagligen har kommit en bra bit på väg mot utrymningsvägen när denna tidpunkt inträffar.

Ytterligare en parameter som bidrar till konservativa värden gällande sikten är ingångsvärdet för SOOT YIELD i FDS, vilket är satt till 0,1. Detta genererar i en väldigt konservativ rökutveckling i förhållande till effektutvecklingen. En andra faktor som bidrar till dålig sikt är det faktum att brandgasfläktarna i lokalen ej har tagits hänsyn till i FDS-simuleringen eftersom uppgifter om fläktarnas antal och funktionalitet saknas från platsbesöket. Dessa två faktorer bidrar till ett väldigt konservativt värde gällande tid till kritisk sikt i lokalen.

I FDS har inte brandgaslagrets höjd analyserats utan detta gjordes endast med hjälp av handberäkningar. Beräkningarna visar att brandgaslagrets höjd aldrig kommer att gå ner ens mot närheten av kritiska nivåer. Det kan tyckas lite konstigt att sikten blir så dålig trots att brandgaslagret inte har sjunkit så lågt. Här hade det varit intressant att göra ytterligare simuleringar i FDS och även satt ut mätpunkter för brandgaslagrets höjd. Dock hanns detta inte med inom ramen för projektet. Den mest sannolika förklaringen ligger nog dock i de konservativa antaganden angående sikten som diskuterats ovan.

Även känslighetsanalysen för ICA Maxi visar på godtagbara förhållanden. Siktförhållandena kommer försämrats något tidigare då inte sprinkleraktivering sker, men eftersom inga andra parametrar hamnar under eller i närheten av gränsvärdena anses utrymningen kunna genomföras under säkra förhållanden.

Den befintliga brandgasventilationen kan ha en betydande påverkan gällande sprinkleraktiveringstiden på ICA Maxi. Eftersom rökgasluckorna öppnas vid aktivering av rökdetektorerna kommer naturlig ventilering ske i ett tidigt skede. Risk finns då att mycket av de varma brandgaserna försvinner ut från byggnaden, vilket hämmar sprinkleraktiveringen.

Eftersom skyddet anses fullgott så har inga åtgärdsförslag med hänsyn till kritiska förhållanden som *skall* genomföras presenterats på ICA Maxi. Däremot observerades ett antal brister vid platsbesöket, både som *skall* och *bör* åtgärdas, som grundar sig på de lagkrav som finns i BBR.

15.4.2 Resultat Jysk

Resultaten inne på Jysk är helt beroende av hur många personer som vistas i lokalen. Därför har analysen valts att göras vid flera olika personantal i lokalen. Analyserna på 30 och 150 personer i lokalen visar på att utrymningen är säkerställd med det brandskydd som finns idag. Men analyserna av både 300 och 500 personer visar att en säker utrymning inte kan

garanteras. Gruppen har fört omfattande diskussioner över hur många personer som kan vara rimligt att det befinner sig i lokalen. Eftersom lokalen är så full med varor och att ganska stor del av golvarean är täckt så anses det ganska osannolikt att det rent praktiskt skulle kunna finnas 500 personer i butiken samtidigt, även om det enligt BBRAD är tillåtet. Samtidigt utförs bedömningen att det vid till exempel en mellandagsrea kan tänkas vara ganska mycket folk i butiken, och att avgränsa personantalet till 150 personer känns i underkant, därför har ett mellanvärde på 300 personer också analyserats. Dock gör detta att utrymningen inte kommer kunna ske under säkra förhållanden om inte åtgärder vidtas.

Den största anledningen till att kritiska förhållanden uppstår inne på Jysk beror på den sena sprinkleraktiveringen. Därför sätts som åtgärdsförslag att byta ut de gamla sprinklerhuvudena mot nya med en lägre aktiveringstemperatur. Detta gör att kritiska förhållanden inte kommer uppnås alls, och personantalet i butiken spelar ingen roll. Denna åtgärd rekommenderades redan 2014 i den brandskyddsdocumentation som uppfördes över objektet, men har alltså inte genomförts än.

15.5 Simuleringar

Nedan diskuteras de simuleringsmetoder som använts i rapporten

15.5.1 FDS

För att verifiera FDS-simuleringarna beräknas ett värde för D^*/dx , vilket bör ligga på ett värde mellan 4 och 16. (BIV, 2009) Beräkningen följer:

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

där Q är effekten från branden (9 MW), ρ_{∞} är omgivande lufts densitet ($1,2 \text{ kg/m}^3$), c_p är den specifika värmekapaciteten för luft (1), T_{∞} är luftens temperatur (293 K) och g är tyngdaccelerationen ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Med dessa värde samt ett d_x (det största mått på cellstorlek som brukats, angivet i meter) på 0,2 ges D^*/dx till 11,6, vilket är acceptabelt.

Dessutom beräknas ett värde för Q^* , vilket bör ligga inom intervallet 0,3 och 2,5.

$$Q^* = \frac{Q}{\rho_{\infty} * c_p * T_{\infty} * \sqrt{g * D} * D^2}$$

Detta värde beräknas till 0,92, vilket anses acceptabelt. (BIV, 2009)

De simuleringar som utförts i FDS behandlar endast scenario 1, inne på ICA Maxi. FDS-simuleringar i sig är något som alltid bör eftertänkas och dess resultat tolkas noga. Det resultaten visar är inte alltid "sanningen" utan endast ett hjälpmedel för att ge användaren en ungefärlig uppfattning om brandens omfattning, beteende och egenskaper. Som tidigare nämnt är FDS i grunden ett simuleringsprogram som utför flödesberäkningar. Eftersom FDS indelar geometrin i ett tredimensionellt rutnät där beräkningar för varje ruta utförs kommer storleken på dessa rutor att spela stor roll för simuleringens resultat. Generellt gäller att ju finare rutnät, desto riktigare resultat. Dock ökar simuleringstiden med en faktor 16 när antalet rutor dubblas i en dimension. Därmed måste en avvägning gällande tidsåtgång och resultat utföras.

FDS har även ett flertal andra funktioner utöver flödesberäkningarna, ett exempel på detta är strålningsberäkningar. Dessa är dock inte helt pålitliga eftersom beräkningarna kräver ett antagande som innebär att strålningsenergin fördelas jämnt på ett angivet antal strålar från brandkällan, vilket inte överensstämmer med verkligheten. Därför bör resultaten gällande strålning tolkas med viss försiktighet.

Simuleringarna i just denna rapport har egna specifika egenskaper vilka eventuellt kan vara felkällor. En utav dessa är byggnadens geometri, vilken ej har importerats från de CAD-filer som legat till grund för byggnadens faktiska ritningar. Geometrin har, i Google SketchUp, istället byggts upp med visuella mätningar i ritningar samt egna mätningar på plats. Det ska här också nämnas att de ritningar som tillhandahölls inte var helt överensstämmande med det verkliga objektets geometri. Om geometrin importerats från de gamla CAD-filer som fanns att nyttja hade geometrin ändå inte varit korrekt (och dessutom mer felaktig). Geometrin för taket på ICA Maxi är som visat i Figur 17 snett, detta ger dock problem för simuleringen då det skapas ytterligare turbulens i brandgaserna vid sådana geometrier. Därför ritades taket om till ett platt tak med ”boxar”, vilket syns i Figur 18. Detta skulle också kunna vara en faktor som bidrar till ett mindre konservativt resultat.

En annan felkälla gällande brandgasspridningen och rökgaslagrets höjd i simuleringen är det faktum att det på plats finns brandgasfläktar vilka ska aktiveras vid eventuell brand. Dock tillhandahölls inga ventilationsritningar över objektet och funktionaliteten hos fläktarna var oviss. Därför var den enda brandgasventilation i simuleringen den som sker naturligt via brandgasluckorna i taket och simuleringen kan därmed ha varit konservativ gällande brandgasspridning.

Ytterligare felkälla är det faktum att programmet inte tar hänsyn till brandspridning utan gör antagandet att branden hålls begränsad till en och samma yta under hela förloppet. Dock är det möjligt att bestämma och specifikt anpassa hur effektkurvan för branden skall se ut.

15.5.2 Pathfinder

De simuleringar som utförts i Pathfinder behandlar båda scenarierna, det vill säga både i ICA Maxi och Jysk. Det resultaten visar är inte själva verkligheten utan endast ett hjälpmedel för att ge användaren en ungefärlig uppfattning om utrymningstiden vid en eventuell brand. Eftersom det inte gick överföra själva ritningarna över objektet till Pathfinder fick vi istället rita lokalerna för hand i programmet. Storleken på hyllorna och hur vi placerade dem är uppskattad utefter platsbesöket. De uppskattningarna som gjorts kommer påverka resultatet och kan tas hänsyn till som felkälla.

Ett alternativ till att använda Pathfinder hade varit att genomföra fullskaletester i form av utrymningsövningar. Då hade en mer realistisk bild av utrymningsförfarandet kunnat uppnås. Till exempel så hade folk i större utsträckning förflyttat sig mot utgångar de känner till och de hade utrymt i de grupperingar som de vid besöket befunnit sig i. Det som också hade varit intressant är att få verkliga tider på varseblivning- och förberedelsetid, vilket i denna rapport har behövt uppskattas till fasta värden. Begränsningen hade dock legat i att man endast kunde få fram utrymningstider för det personantal som befinner sig i gallerian vid tiden för utrymningsövningen. Datasimulering är kostnadseffektivt och ger en bra beräkning av verkliga förhållanden.

15.5.3 Argos

För brandförloppet i Jysk användes Argos. Innan simulering definieras rumsdimensioneringen för rummet, programmet ber dock endast om mått för omkrets, längsta vägg samt takhöjd. Detta leder till att dimensionerna inte blir exakt de i verkligheten. En annan parameter i simuleringen är material i lokalen, här behövs en uppskattning av vad som finns i rummet och hur stor yta vardera material tar upp. Ännu en uppskattning behövs då startbranden skall definieras, här finns redan ett antal alternativ för både fasta och flytande ämnen i Argos. Samtliga dessa parametrar är felkällor som kan variera något.

En annan felkälla är den genomsnittliga rumstemperaturen, efter simuleringen fås en kurva över temperaturen i rummet. I verkligheten är det inte en och samma temperatur i hela rummet under brandförloppet. Den kritiska temperaturen har tidigare angivits till 80°C, det finns dock inga riktlinjer för vilket avstånd från branden som krävs. Därför antas den genomsnittliga temperaturen vara tillräcklig för att användas som kritiskt förhållande, trots att temperaturen antagligen har uppnåtts tidigare närmre branden.

16 Slutsats

Brandskyddet på Sjötelegrafan uppvisar en del brister, nedan är åtgärder för att uppnå ett acceptabelt skydd listade. Fyra åtgärder anses nödvändiga för att brandskyddet ska vara acceptabelt, dessa benämns *skall*. Nedan finns även ett antal åtgärder som *bör* genomföras, men som inte har några lagstadgade krav.

16.1 Åtgärder som *skall* genomföras

- Sprinklerhuvuden i Jysk lokaler skall bytas till sprinklerhuvuden med aktiveringstemperatur om 68°C och RTI-värde 50 (ms)^{1/2}.
- Samtliga utrymningsvägar skall hållas fria och de som är helt eller delvis blockerade ska rensas.
- Inga släckutrustningar får blockeras och de skall dessutom markeras med skyltar.
- Brännbara vätskor och aerosoler skall inte förvaras i gemensamma brandskåp på ICA Maxi utan skall delas på olika skåp.

16.2 Åtgärder som *bör* genomföras

- Utrymningsskylt för rullstolsburna i utrymningskorridoren bör finnas vid den utrymningsväg som möjliggör horisontell utrymning för rullstolsburna personer.
- Ramp för att möjliggöra utrymningen för rörelsehindrade personer bör finnas på lastkajen.
- Utrymningstrappan utanför Jysk bör bytas ut till en trappa som är minst lika bred som dörren.
- För att lätt identifiera utrymningsvägarna bör dörrarna vara utan motiv.
- Storleksmässigt bör utrymningsskyltarna framförallt på ICA Maxi att bytas ut till en något större storlek för att lättare synas från längre avstånd.
- Personalen bör ta hänsyn till var och hur reklam- och dekorationsskyltar placeras för att inte förhindra att utrymningsskyltar skymms av reklam- och dekorationsskyltar.
- Det bör säkerställas att varje verksamhet upprättar ett systematiskt brandskyddsarbete.
- Det bör säkerställas att befintliga brandtekniska barriärerna uppfyller avsedd brandteknisk klass.
- Branddörr mellan tvättrum och utrymningskorridor bör hållas stängd i normala fall. Förslagsvis genom att montera en dörrstängare.

17 Referenser

- Arvidson, M. (2005). *potatischips och ostbågar brinner intensivt*. Borås: SP.
- BIV. (2009). *CFD Best Practice*.
- Boverket. (2013). *BBRAD 3 - Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2016). *PBL Kunskapsbanken: EKS*. Hämtat från Boverket:
<http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/eks/vagledning-eks/>
- Brandteknik. (2014). *Brandskyddshandboken - En handbok för projektering av brandskydd i byggnader*. Lund: Brandteknik.
- Deibjerg, T., Paulsen Husted, B., Bygbjerg, H., & Westerman, D. (2003). *Argos Users Guide*. Danish Institute of Fire and Security Technology.
- Drysdale, D. (2009). *An introduction to fire dynamics*. Singapore: Wiley.
- Frantzich, H. (2001). *Tid för utrymning vid brand*. Jönköping: Rädningsverket.
- Hedén, M. (2007). *Brandskyddsguide - för varuhus, köpcenter och galleria*. Lund: Brandteknik.
- Hermansson, K. (2014). *Brand- och utrymningsutredning*. Nynäshamn: FireTech.
- Hult, F. (2014). *Brandskyddsdocumentation Kvarteret Sjötelegrafan*. Firetech.
- Johansson, H. (1999). *Osäkerhet i variabler vid riskanalyser och brandteknisk dimensionering*. Lund: Lund Tekniska Högskola.
- Karlsson, Q. (2000). *Enclosure Fire*. USA: Library of Congress Cataloging-in- Publication Data.
- Kullman, T. (den 11 02 2016). (M. Larsson, Intervjuare)
- Molinelli, L. (2012). *Detact-T2*.
- MSB. (2016). *Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap*. Hämtat från IDA:
<http://ida.msb.se/ida2#page=a0109>
- NIST. (2016). *National Institute of Standards and Technology*. Hämtat från
http://www.nist.gov/el/fire_research/fds_smokeview.cfm
- OLW. (den 14 april 2016). *OLW*. Hämtat från <http://www.olw.se/vanligafrågor>
- Palisade Corporation, P. (den 09 05 2016). Hämtat från Palisade: <http://www.palisade.com/risk/>
- Sedin, G., Bengtson, S., & Hägglund, B. (2002). Brandskyddskrav på fasader nära transportleder för farligt gods. *Bygg & Teknik*, 57-60.
- Sjötelegrafan. (den 09 05 2016). *Om oss: Sjötelegrafan*. Hämtat från www.sjotelegrafan.se/om-oss/
- Staffansson, L. (2010). *Selecting Design fires*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Thunderhead. (2016). *Software*. Hämtat från Thunderhead Engineering:
<http://www.thunderheadeng.com/>
- Trimble. (den 09 05 2016). Hämtat från www.sketchup.com
- Uneram, C. (2009). *Skydd mot brand*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

18 Bilagor

Bilaga A - Handberäkningar ICA Maxi

1. Brandgaslagrets höjd

För att kontrollera om brandgaslagret kommer att nå ner till en kritisk nivå så genomförs en beräkning på rökgasfyllnaden i stora lokaler. Beräkningarna genomförs vid scenariot med felfungerande sprinkler då det med aktiverad sprinkler inte förväntas uppstå något tydligt tvåzonsskikt. Formlerna som används är hämtade från Enclosure Fire Dynamics sidan 209-214 (Karlsson, 2000). Inne på ICA Maxi finns totalt 62 rökgasluckor á 0,5 x 0,5 meter vilket ger en total öppningsarea på 15,2 m². Beräkningarna genomförs genom att kolla på hur stor öppningsarea som krävs för att hålla brandgaslagret över kritisk nivå.

Ingångsvärden i beräkningar:			
beskrivning	beteckning	enhet	värde
Brandgaslagrets höjd	z	m	
Rummets höjd	H_E	m	5,25
massflöde	\dot{m}	kg/s	
Effekt	\dot{Q}	kW	9000
tryckskillnad	ΔP	Pa	
Luftens densitet	ρ_a	kg/m ³	1,2
Flödeskoefficient	C_d	-	0,6
Nedre öppningarnas area	A_D	m ²	10,56
Brandgastemperatur	T_g	K	
Luftens temperatur	T_a	K	293
Specifik värme vid konstant temperatur	c_p	kJ/(kg*K)	1,0
Värmeledningskoefficient	h	kW/m ² K	0,033
Rumsarea i kontakt med varma gaser	A_w	m ²	4477
Brandgasernas densitet	ρ_g	kg/m ³	
Övre öppningarnas area	A_E	m ²	

Kritisk höjd:

$$z = 1,65 + (0,1 \cdot H_E) = 2,175 \text{ m}$$

Vid ej fungerande sprinkler:

$$\dot{m} = 0,076 \dot{Q}^{1/3} z^{5/3} = 5,77 \text{ kg/s} \quad (\text{ekv 4.21})$$

$$\Delta P = \frac{\dot{m}^2}{2\rho_a(C_d A_D)^2} = 0,346 \text{ Pa} \quad (\text{ekv 8.64})$$

$$T_g = T_a + \frac{\dot{Q}}{c_p \dot{m}_e + h A_W} = 352 \text{ K} \quad (\text{ekv 8.62})$$

$$\rho_g = \frac{353}{T_g} = 1,003 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{ekv 5.9})$$

$$A_E = \frac{\dot{m}}{c_d \sqrt{2\rho_g(-\Delta P + (\rho_a - \rho_g)g(H_E - z))}} = 2,87 \text{ m}^2 \quad (\text{ekv 8.67})$$

Det krävs alltså en taköppning på 2,87 m² vilket motsvarar ca 12 luckor för att ventileras ut så mycket brandgaser att brandgaslagret inte ska sjunka till en kritisk nivå som inne på ICA Maxi är satt till 2,175 meter. I lokalen finns 62 luckor, vilket alltså vida överskrider de 12 stycken som krävs. Med dessa beräkningar kan konstateras att brandgaslagrets höjd inte kommer bli en kritisk faktor för utrymning.

2. Strålningsberäkningar

Strålningen från en flamma kan beräknas med följande formel:

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

där

\dot{q}''	infallande strålning [kW/m ²]
χ_r	andel strålningsenergi från flammen [-]
\dot{Q}	brandens effektutveckling [kW]
R_0	avståndet från mitten av flammen till mätpunkt [m]

Formeln är en förenklad modell men ger i detta fall en fullt tillräcklig beräkning av strålningen från branden. I modellen antas att flammen betraktas som en punktkälla med en isotropisk strålning. Det innebär att strålningen är lika stark oavsett vilket håll den mäts från.

Två olika parametrar har analyserats med ovanstående formel. Dels brandens spridningsrisk samt dels kritisk strålningsvärme på utrymmande människor. Branden beräknas sprida sig till närliggande föremål då infallande strålning överstiger 20 kW/m² (Staffansson, 2010). Kritisk

strålningsnivå för utrymning har satts till $2,5 \text{ kW/m}^2$. Andel strålningsenergi från flaman har angetts till 0,6 (Karlsson, 2000).

Vid fungerande sprinkler ($\dot{Q} = 1600 \text{ kW}$):

Kritiskt avstånd för brandspridning:

$$R_0(\dot{q}'' = 20) = \sqrt{\frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi \dot{q}''}} = 1,95 \text{ m}$$

Kritiskt avstånd för utrymning:

$$R_0(\dot{q}'' = 2,5) = \sqrt{\frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi \dot{q}''}} = 6,18 \text{ m}$$

Vid ej fungerande sprinkler ($\dot{Q} = 9000 \text{ kW}$):

Kritiskt avstånd för brandspridning:

$$R_0(\dot{q}'' = 20) = \sqrt{\frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi \dot{q}''}} = 4,6 \text{ m}$$

Kritiskt avstånd för utrymning:

$$R_0(\dot{q}'' = 2,5) = \sqrt{\frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi \dot{q}''}} = 13 \text{ m}$$

3. Beräkningar på sikt

För att utrymning ska kunna ske på ett tillfredställande sätt, får sikten vara minst 10 meter. Detta motsvarar en optisk densitet på 1 obscura. För att beräkna massan av bränslet som måste brinna av för att uppnå en sikt på 10 m används nedanstående formel:

$$D_{0,log} = D_{L,log} \frac{V}{m}$$

där

$D_{0,log}$ = Rökpotentialen för bränslet [m^2/g]

$D_{L,log}$ = Den optiska tätheten per meter [B/m]

m = Massan av bränslet [g]

V = Volymen av brandrummet [m^3]

$D_{0,log}$ för chips är $0,6 \text{ m}^2/\text{g}$ och den totala volymen av Ica Maxi är 26300 m^3 . Med insatta värden på rökpotentialen, den optiska tätheten samt rumsvolymen, kan massan som måste förbrännas för att sikten ska understiga 10 m i Ica Maxi beräknas till 43800 g . Nedanstående formel används för att beräkna den totala mängd frigjord energi som kommer utvecklas då 43800 g av bränslet brinner:

$$Q = m \cdot \Delta H_c \cdot \chi$$

där

Q = Den totala energi som frigörs [MJ]

ΔH_c = Förbränningsenergin [MJ/kg]

χ = Förbränningseffektiviteten [-]

Energiinnehållet i chips är ca 2250 kJ per 100 gram enligt en innehållsförteckning på OLW (OLW, 2016). Det innebär att ΔH_c för chips är ca $22,5 \text{ MJ/kg}$. χ antas vara $0,8$. Med dessa värden på förbränningsenergin, förbränningseffektiviteten samt massan kommer den totala energi som frigörs uppgå till 788 MJ . Det är denna energi som måste utvecklas i Ica Maxi för att sikten ska bli otillräcklig.

Energin som utvecklats mellan 0 s och tiden $t \text{ s}$ fås ur nedanstående uttryck:

$$Q = \int_0^t \alpha t^2$$

Med en energi på 788 MJ samt ett alfavärde på $0,047$ (snabbt brandförlopp) kan en kritisk tid på sikten beräknas till 369 sekunder , alltså ungefär 6 minuter .

Med ett alfavärde på $0,19$ (ultrasnabbt förlopp) kan en kritisk tid på sikten beräknas till 232 sekunder , alltså ungefär 4 minuter .

Bilaga B – Handberäkningar Jysk

1. Brandgaslagrets höjd

Brandgaslagrets höjd kan beräknas med hjälp av Yamana- Tanakamodellen som finns beskriven i *Enclosure Fire Dynamics* sidan 204-208 (Karlsson, 2000). Branden förväntas tillväxa enligt en alfa t^2 -kurva.

Ingångsvärden i beräkningar:			
beskrivning	beteckning	enhet	värde
Brandgaslagrets höjd	z	m	
Rummets höjd	H	m	4
Alfavärde	α	kW/s^2	0,047
Konstant	k	-	
Tid	t	s	294
Luftens densitet	ρ_a	kg/m^3	1,2
Golvets area	s	m^2	1024
Luftens temperatur	T_a	K	293
Specifik värme vid konstant temperatur	c_p	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	1,0
Brandgasernas densitet	ρ_g	kg/m^3	1,0

Kritisk höjd:

$$z = 1,65 + (0,1 \cdot H) = 2,05 \text{ m}$$

Brandgaslagrets höjd:

$$k = \frac{0,21}{\rho_g} \left(\frac{\rho_a^2 g}{c_p T_a} \right)^{1/3} = 0,15 \quad (\text{ekv 8.50})$$

$$z = \left(k \frac{\alpha^{1/3}}{s} \frac{2t^{(1+n/3)}}{n+3} + \frac{1}{H^{2/3}} \right)^{-3/2} = 1,82 \text{ m} \quad (\text{ekv 8.52})$$

Brandgaslagrets höjd befinner sig alltså 1,82 meter över golvet vid tiden för sprinkleraktivering.

2. Beräkningar på sikt

För att utrymning ska kunna ske på ett tillfredställande sätt, får sikten vara högst 10 meter. Detta motsvarar en optisk densitet på 1 obscura. För att beräkna massan av bränslet som måste brinna av för att uppnå en sikt på 10 m används nedanstående formel:

$$D_{0,log} = D_{L,log} \frac{V}{m}$$

där

$D_{0,log}$ = Rökpotentialen för bränslet [m^2/g]

$D_{L,log}$ = Den optiska tätheten per meter [B/m]

m = Massan av bränslet [g]

V = Volymen av brandrummet [m^3]

$D_{0,log}$ för polyeterskum är $0,96 m^2/g$ (Drysdale, 2009) och den totala volymen av Jysk är ca $4100 m^3$. Med insatta värden på rökpotentialen, den optiska tätheten samt rumsvolymen, kan massan som måste förbrännas för att sikten ska understiga 10 m i Jysk beräknas till 4271g. Nedanstående formel används för att beräkna det totala mängd frigjord energi som kommer utvecklas då 4271g av bränslet brinner:

$$Q = m * \Delta H_c * \chi$$

där

Q = Den totala energi som frigörs [MJ]

ΔH_c = Förbränningsenergin [MJ/kg]

χ = Förbränningseffektiviteten [-]

ΔH_c för polyeterskum är ca $25 MJ/kg$ (Karlsson, 2000). χ antas vara 0,8. Med dessa värden på förbränningsenergin, förbränningseffektiviteten samt massan kommer den totala energi som frigörs uppgå till 85,4 MJ. Det är denna energi som måste utvecklas i Ica Maxi för att sikten ska bli otillräcklig.

Energien som utvecklats mellan 0 s och tiden t s fås ur nedanstående uttryck:

$$Q = \int_0^t \alpha t^2$$

Med en energi på 85,4 MJ samt ett alfavärde på 0,047 (snabbt brandförlopp) kan en kritisk tid på sikten beräknas till 175 sekunder.

3. Strålningsberäkningar

Strålningen från en flamma kan beräknas med följande formel:

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

där

\dot{q}''	infallande strålning [kW/m ²]
χ_r	andel strålningsenergi från flamman [-]
\dot{Q}	brandens effektutveckling [kW]
R_0	avståndet från mitten av flamman till mätpunkt [m]

Formeln är en förenklad modell men ger i detta fall en fullt tillräcklig beräkning av strålningen från branden. I modellen antas att flamman betraktas som en punktkälla med en isotropisk strålning. Det innebär att strålningen är lika stark oavsett vilket håll den mäts från.

Beräkningen har genomförts vid den tid som sprinklern aktiveras, alltså 289 sekunder. Vi har vid den tidpunkten en effektutveckling på ca 2000 kW. Den kritiska strålningen har satts till 2,5 kW/m². Andel strålningsenergi från flamman har satts till 0,6. Det ger:

$$R_0(\dot{q}'' = 2,5) = \sqrt{\frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi \dot{q}''}} = 8,7 \text{ m}$$

Utrymmande personer får alltså inte befinna sig närmare än 8,7 meter till branden.

4. Brandgaslagrets höjd vid ultrasnabbt förlopp

Tiden sätts här till 181 sekunder och alfa-värdet till 0,19 kW/s². I övrigt används samma ingångsvärden som ovan.

$$k = \frac{0,21}{\rho_g} \left(\frac{\rho_{a,g}^2 g}{c_p T_a} \right)^{1/3} = 0,076 \quad (\text{ekv 8.50})$$

$$z = \left(k \frac{\alpha^{1/3}}{s} \frac{2t^{(1+n/3)}}{n+3} + \frac{1}{H^{2/3}} \right)^{-3/2} = 2,86 \text{ m} \quad (\text{ekv 8.52})$$

Brandgaslagrets höjd befinner sig alltså 2,86 meter över golvet vid tiden för sprinkleraktivering. Det är med marginal över den kritiska höjden som ligger på två meter.

Vid beräkning av tiden då brandgaslagret når den kritiska höjden två meter ges resultatet 304 sekunder.

5. Beräkning på sikt vid ultrafast förlopp

Vid beräkning av tid till kritisk sikt används samma beräkningar som tidigare, dock med ett alfavärde på 0,19 kW/s² ges tiden till 110 sekunder.

6. Strålningsberäkning vid ultrafast förlopp

Beräkningen har genomförts vid den tid som sprinklern aktiveras, alltså 181 sekunder. Vi har vid den tidpunkten en effektutveckling på ca 6200 kW. Den kritiska strålningen har satts till 2,5 kW/m². Andel strålningsenergi från flaman har satts till 0,6. Det ger:

$$R_0(\dot{q}'' = 2,5) = \sqrt{\frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi \dot{q}''}} = 10,9 \text{ m}$$

Utrymmade personer får alltså inte befinna sig närmare än 10,9 meter till branden.

Bilaga C - Känslighetsanalys

En känslighetsanalys av utrymningstiden utförs med hjälp av programmet @Risk.

Utrymningstiden är beroende av tre parametrar; varseblivning, förberedelse samt förflyttning.

Hur dessa fördelas ses i Tabell C19. Alla parametrar är triangelfördelade enligt kortast tid, mest trolig tid och längsta troliga tid.

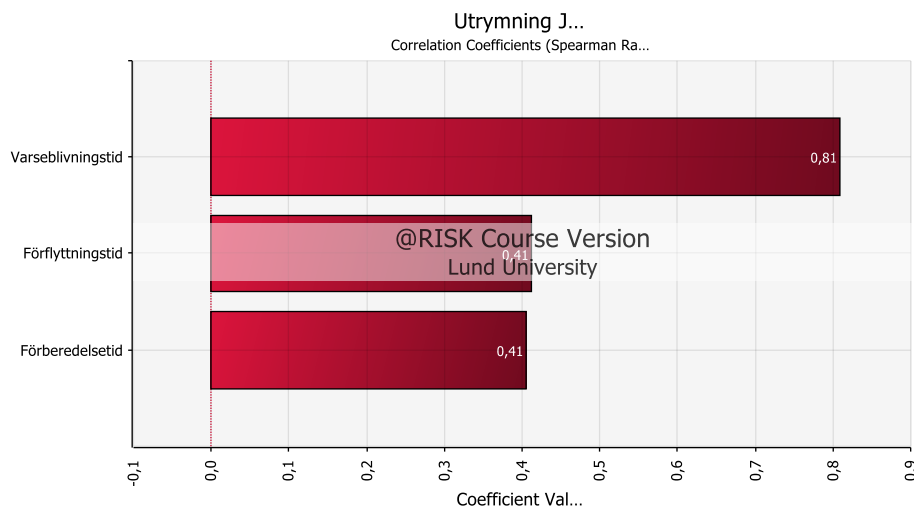
För scenario B fås för varseblivningstiden den kortaste tiden från BBRAD 3, den mest troliga från när brandlarm aktiverar i simulering i Argos efter 38 sekunder och den längsta när sprinkler aktiverar efter 171 sekunder. Tiden för förberedelse fås från rekommendationer i BBRAD 3. Förflyttningstiden fås från simulering i Pathfinder.

En känslighetsanalys genomförs även för scenario A. För varseblivning fås kortast tid från BBRAD, mest trolig tid sker då brandlarmet aktiverar i FDS efter 30 sekunder och längsta troliga tid är då brandgaslagret når kassorna efter 45 sekunder. Även här fås förberedelsetid och förflyttningstid från rekommendationer i BBRAD respektive simulering i Pathfinder.

Tabell C19. Ingående parametrar för känslighetsanalysen av utrymningstiden i @Risk.

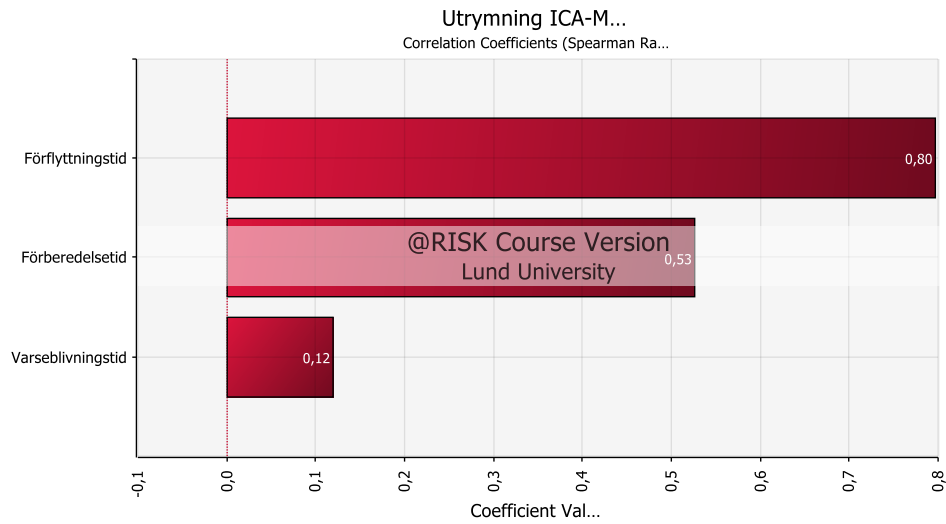
Typ	Scenario A - ICA [s]	Scenario B [s] - Jysk
Varseblivningstid	Tri(30,30,45)	Tri(30,38,171)
Förberedelsetid	Tri(60,60,120)	Tri(60,60,120)
Förflyttningstid	Tri(126,146,226)	Tri(21,29,95)

Genom att illustrera de olika parametrarna i ett tornadodiagram, se Figur 49, kan det utläsas att varseblivningstiden är den parameter som har störst påverkan på utrymningstiden, följt av förflyttningstid och förberedelsetid.



Figur 49 Tornadodiagram över utrymningstiden. Varseblivningstiden är den parameter som har störst påverkan på resultatet.

Även för utrymning på ICA-Maxi illustrerades de olika parametrarna i ett tornadodiagram, se Figur 50, kan det utläsas att förflyttningstid är den parameter som har störst påverkan på utrymningstiden, följt av förberedelsetid och varseblivningstiden.



Figur 50. Tornadodiagram över utrymningstiden. Varseblivningstiden är den parameter som har störst påverkan på resultatet.

Bilaga D – Argos**Client - Jysk**

Client:	Sjötelegrafen
Scenario name:	Jysk
Consultant:	Grupp 4
Company type:	Service, trade
Basic bldg. construction:	Concrete
Number of rooms:	1

Room Jysk

Room use:	Finished goods store
Room area [m2]:	1024
Average height [m]:	4
Max. distance [m]:	44
Floor type:	Concrete
Length [m]:	160

Wall towards Surroundings

Base wall: Prefab. Concrete external wall

Basic information

<u>Wall part:</u>	EI 60 (60 minutes FR door)
Type:	Door
No. of part:	2
Cv:	0,7
Width [m]:	1,2
Height [m]:	2,1

<u>Wall part:</u>	EI 60 (60 min FR door), (open)
Type:	Door
No. of part:	2
Cv:	0,7
Width [m]:	3
Height [m]:	4

<u>Wall part:</u>	EI 60 (60 minutes FR door)
Type:	Door
No. of part:	1
Width [m]:	0,8
Height [m]:	2,1
Cv:	0,7

Ceiling:

Base ceiling: Concrete/mineral-wool/felt

Machines:

Shop furniture, 100 m²

No. of machines: 1

Stocks:

Textiles

Floor area [%]: 50

Plastics

Floor area [%]: 25

Various office articles

Floor area [%]: 25

Sprinkler:

Activation temperature [°C]: 141

RTI [(m*sek)^{0.5}]: 150

C [(m/s)^{1/2}]: 1

Distance between heads [m]: 4

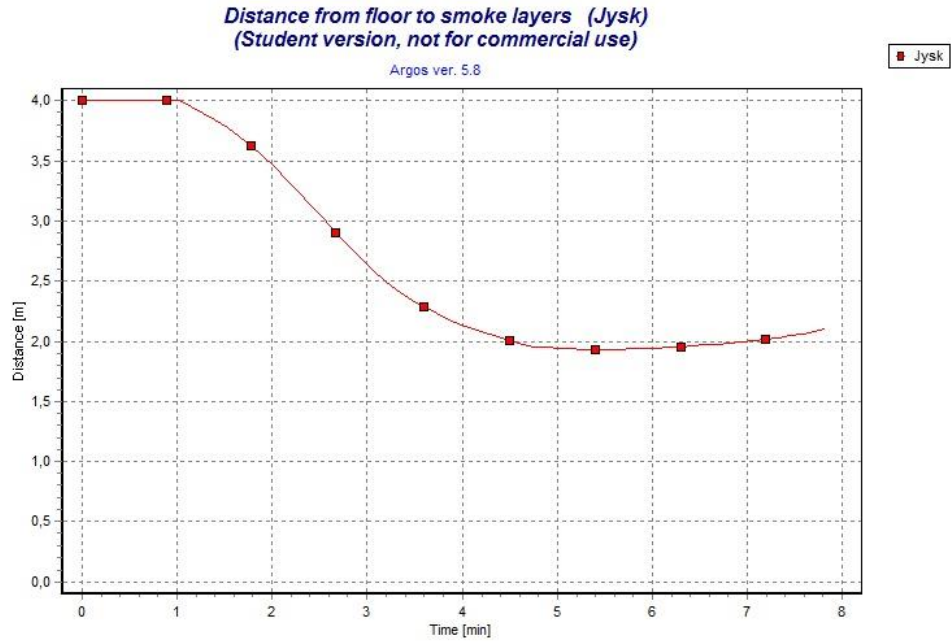
Distance from detector to fire [m]: 2,83

AFA, smoke detector:

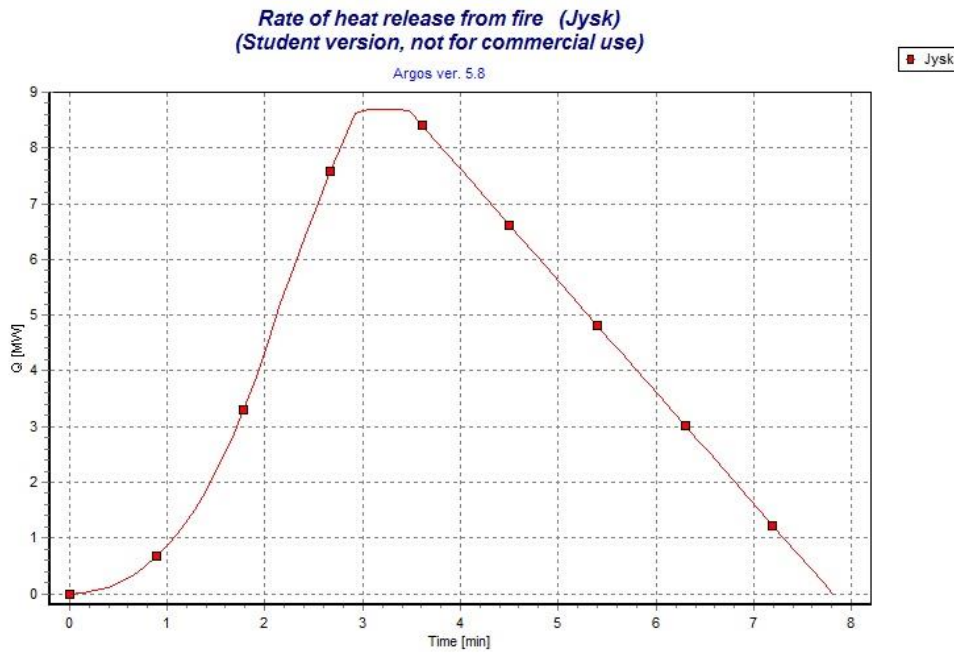
Smoke sensitivity [dB/m]: 0,2

Distance between detectors [m]: 10

Distance from detector to fire [m]: 7,07



Figur 52. Resultat från simulering i Argos.



Figur 51. Resultat från simulering i Argos

Bilaga E – FDS-input

Följande FDS-kod används till alla tre simuleringar, det enda som varierar är definitionen av branden.

sjotelegrafan9.1.fds

Generated by PyroSim - Version 2015.2.0604

2016-mar-21 18:31:28

```
&HEAD CHID='sjotelegrafan9_1/'
&TIME T_END=600.0/
&DUMP RENDER_FILE='sjotelegrafan9_1.ge1/'

&MESH ID='MESH', IJK=215,45,30, XB=-1.0,42.0,-1.0,8.0,-1.0,5.0/
&MESH ID='MESH01', IJK=215,100,30, XB=-1.0,42.0,8.0,28.0,-1.0,5.0/
&MESH ID='MESH02', IJK=215,80,30, XB=-1.0,42.0,28.0,44.0,-1.0,5.0/
&MESH ID='Mesh03', IJK=255,45,30, XB=-52.0,-1.0,-1.0,8.0,-1.0,5.0/
&MESH ID='Mesh04', IJK=60,80,15, XB=-33.0,-9.0,8.0,40.0,-1.0,5.0/

&REAC ID='Chips',
  FUEL='REAC_FUEL',
  FORMULA='C6H10O5',
  SOOT_YIELD=0.1/

&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='Temp 1.1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,4.6/
&DEVC ID='Temp 1.2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,4.3/
&DEVC ID='Temp 1.3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,4.0/
&DEVC ID='Temp 1.4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,3.7/
&DEVC ID='Temp 1.5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,3.4/
&DEVC ID='Temp 1.6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,3.1/
&DEVC ID='Temp 1.7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,2.8/
&DEVC ID='Temp 1.8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,2.5/
&DEVC ID='Temp 1.9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,2.2/
&DEVC ID='Temp 1.10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,1.9/
&DEVC ID='Temp 1.11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,1.6/
&DEVC ID='Temp 1.12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=16.5069,16.1493,1.3/
&DEVC ID='Temp 2.1', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,4.6/
&DEVC ID='Temp 2.2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,4.3/
&DEVC ID='Temp 2.3', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,4.0/
&DEVC ID='Temp 2.4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,3.7/
&DEVC ID='Temp 2.5', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,3.4/
&DEVC ID='Temp 2.6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,3.1/
&DEVC ID='Temp 2.7', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,2.8/
&DEVC ID='Temp 2.8', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,2.5/
&DEVC ID='Temp 2.9', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,2.2/
&DEVC ID='Temp 2.10', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,1.9/
&DEVC ID='Temp 2.11', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,1.6/
&DEVC ID='Temp 2.12', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=30.4038,8.30293,1.3/
&DEVC ID='Fraction CO', QUANTITY='AEROSOL VOLUME FRACTION', SPEC_ID='CARBON MONOXIDE', XYZ=29.0688,15.3638,2.0/
&DEVC ID='Sikt 1', QUANTITY='VISIBILITY', XYZ=28.2069,15.9311,2.0/
&DEVC ID='Sikt 3', QUANTITY='VISIBILITY', XYZ=16.9229,15.6619,2.0/
&DEVC ID='Sikt 2', QUANTITY='VISIBILITY', XYZ=22.3179,14.8947,2.0/
&DEVC ID='Radiation 1 meter', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=28.05,16.05,2.05, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0/
&DEVC ID='Radiation 3 meter', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=30.05,16.05,2.05/
&DEVC ID='Radiation 5 meter', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=32.05,16.05,2.05/
&DEVC ID='Radiation 10 meter', QUANTITY='RADIATIVE HEAT FLUX GAS', XYZ=37.05,16.05,2.05/
&DEVC ID='SmokeDetector 2', PROP_ID='Cleary Ionization II', XYZ=22.0,18.0,4.5/
&DEVC ID='SmokeDetector 1', PROP_ID='Cleary Ionization II', XYZ=22.0,14.05,4.5/

&CTRL ID='Rökgasluckor', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='or'/
&CTRL ID='or', FUNCTION_TYPE='ANY', LATCH=.FALSE., INPUT_ID='SmokeDetector 1','SmokeDetector 2'/

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

&SURF ID='Betongyta',
  COLOR='GRAY 40',
  TEXTURE_MAP='psm_concrete.jpg',
  TEXTURE_WIDTH=0.762,
  TEXTURE_HEIGHT=0.762,
```

```
BACKING='VOID',  
MATL_ID(1,1)='CONCRETE',  
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=0.2/
```

```
&SURF ID='FIRE', COLOR='RED', TEXTURE_MAP='psm_fire.jpg', HRRPUA=1000.0, RAMP_Q='FIRE_RAMP_Q'/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=5.0, F=5.27778E-4/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=10.0, F=0.00211111/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=15.0, F=0.00475/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=20.0, F=0.0084444/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=25.0, F=0.0131944/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=30.0, F=0.019/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=35.0, F=0.0258611/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=40.0, F=0.0337778/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=45.0, F=0.04275/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=50.0, F=0.0527777/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=55.0, F=0.0638611/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=60.0, F=0.076/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=65.0, F=0.0891944/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=70.0, F=0.103444/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=75.0, F=0.11875/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=80.0, F=0.134444/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=85.0, F=0.152578/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=90.0, F=0.171/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=95.0, F=0.190528/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=100.0, F=0.211111/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=102.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=105.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=110.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=115.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=120.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=125.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=130.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=135.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=140.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=145.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=150.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=155.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=160.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=162.0, F=0.21964/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=165.0, F=0.212667/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=170.0, F=0.201046/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=175.0, F=0.189425/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=180.0, F=0.177804/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=185.0, F=0.166183/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=190.0, F=0.154562/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=195.0, F=0.142941/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=200.0, F=0.13132/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=205.0, F=0.119698/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=210.0, F=0.108077/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=215.0, F=0.0964562/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=220.0, F=0.0848351/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=225.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=230.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=235.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=240.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=245.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=250.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=255.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=260.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=265.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=270.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=275.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=280.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=285.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=290.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=295.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=300.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=305.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=310.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=315.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=320.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=325.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=330.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=335.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=340.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=345.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=350.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=355.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=360.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=365.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=370.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=375.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=380.0, F=0.073214/  
&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=385.0, F=0.073214/
```

&RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=390.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=395.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=400.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=405.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=410.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=415.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=420.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=425.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=430.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=435.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=440.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=445.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=450.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=455.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=460.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=465.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=470.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=475.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=480.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=485.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=490.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=495.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=500.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=505.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=510.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=515.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=520.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=525.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=530.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=535.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=540.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=545.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=550.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=555.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=560.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=565.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=570.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=575.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=580.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=585.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=590.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=595.0, F=0.073214/
 &RAMP ID='FIRE_RAMP_Q', T=600.0, F=0.073214/

&OBST XB=8.3,8.3,-0.1,20.3,3.7,4.3, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 63
 &OBST XB=8.3,8.3,20.3,41.9,3.5,3.7, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 9B
 &OBST XB=8.3,8.3,20.3,41.9,3.5,3.7, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - A3
 &OBST XB=-0.1,8.3,20.3,20.3,3.7,4.3, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - BB
 &OBST XB=25.1,27.9,9.9,10.7,3.7,3.7, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - E9
 &OBST XB=18.7,25.1,9.9,10.7,3.7,3.7, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - F1
 &OBST XB=27.9,27.9,8.7,10.7,-0.1,3.7, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - F9
 &OBST XB=25.1,25.1,4.7,6.9,-0.1,3.7, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 105
 &OBST XB=18.7,25.1,4.7,4.7,-0.1,3.7, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 115
 &OBST XB=-32.0,-10.0,32.5,32.5,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 11D
 &OBST XB=-26.75,-18.25,6.0,6.0,-0.0416667,2.47917, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 12F
 &OBST XB=-26.75,-18.25,6.0,6.5,-0.0416667,-0.0416667, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 137
 &OBST XB=-26.75,-18.25,6.5,6.5,-0.0416667,3.625, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 13F
 &OBST XB=-26.75,-26.75,6.0,6.5,-0.0416667,3.625, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 147
 &OBST XB=-26.75,-18.25,6.0,6.5,3.625,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 151
 &OBST XB=-18.25,-18.25,6.0,6.5,-0.0416667,3.625, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 159
 &OBST XB=-18.25,-10.0,6.0,6.0,2.47917,3.625, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 163
 &OBST XB=-32.0,-26.75,6.0,6.0,2.47917,3.625, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 16B
 &OBST XB=8.3,41.9,-0.1,-0.1,-0.1,3.7, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 185
 &OBST XB=-50.75,-50.75,4.5,6.0,-0.0416667,2.47917, RGB=0,204,204, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 18D
 &OBST XB=-50.75,-50.75,0.0,6.0,2.47917,3.625, RGB=0,204,204, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 1A5
 &OBST XB=-0.1,2.1,13.3,13.3,-0.1,4.3, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 1BD
 &OBST XB=2.1,2.1,11.3,13.3,-0.1,4.3, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 1C5
 &OBST XB=1.9,2.1,11.3,11.3,-0.1,4.3, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 1CD
 &OBST XB=1.9,1.9,10.7,11.3,-0.1,4.3, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 1D5
 &OBST XB=-0.1,1.9,10.7,10.7,-0.1,4.3, COLOR='WHITE', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 1DD
 &OBST XB=-0.1,-0.1,10.7,13.3,-0.1,4.3, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - 1FD
 &OBST XB=14.7,16.1,10.7,10.7,-0.1,0.1, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 205
 &OBST XB=14.7,16.1,32.7,32.7,-0.1,0.1, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 20D
 &OBST XB=16.1,16.1,23.1,32.7,-0.1,0.1, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 215
 &OBST XB=14.7,16.1,10.7,10.7,2.9,2.9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 21D
 &OBST XB=14.7,16.1,32.7,32.7,0.1,2.9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 225
 &OBST XB=14.7,16.1,10.7,10.7,0.1,2.9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 22D
 &OBST XB=16.1,16.1,10.7,21.0,1.2,9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 235
 &OBST XB=16.1,16.1,10.7,21.0,1.2,9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 23D
 &OBST XB=14.7,16.1,23.1,23.1,0.1,2.9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 245
 &OBST XB=14.7,16.1,10.7,21.0,1.2,9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 24E
 &OBST XB=14.7,16.1,23.1,32.7,0.1,0.1, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 256
 &OBST XB=14.7,14.7,23.1,32.7,0.1,2.9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 25E
 &OBST XB=14.7,16.1,10.7,21.0,1.0,1.0, COLOR='WHITE', SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 266
 &OBST XB=14.7,14.7,10.7,21.0,1.2,9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 26E
 &OBST XB=14.7,16.1,21.1,21.1,0.1,2.9, RGB=255,204,51, SURF_ID='INERT/ AcDbPolyFaceMesh - 276

&OBST XB=-35.25,-32.0,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=-50.75,-35.25,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=-35.25,-32.0,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=-50.75,-35.25,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=-35.25,-32.0,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=-50.75,-35.25,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=-35.25,-32.0,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=-50.75,-35.25,6.0,6.0,-0.0416667,3.625, COLOR='GRAY 60', SURF_ID='Betongyta/ AcDbPolyFaceMesh - FD0
 &OBST XB=5.8,6.4,21.4,22.0,4.6,4.6, RGB=97,153,177, SURF_ID='INERT/ Brandgaslucka

&HOLE XB=14.3693,14.8619,16.141,16.6363,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 1
 &HOLE XB=14.3677,14.8627,11.1246,11.613,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 2
 &HOLE XB=14.2568,14.75,13.7138,14.2081,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 3
 &HOLE XB=14.3667,14.8629,18.6481,19.1437,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 4
 &HOLE XB=14.2526,14.75,21.0,21.4995,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 5
 &HOLE XB=14.2553,14.75,23.5119,24.0081,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 6
 &HOLE XB=14.2517,14.75,26.0238,26.524,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 7
 &HOLE XB=14.253,14.75,28.5357,29.0341,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 8
 &HOLE XB=14.2536,14.75,33.3083,33.8067,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 9
 &HOLE XB=14.2513,14.75,35.8202,36.3199,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 10
 &HOLE XB=14.253,14.75,38.3321,38.8297,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 11
 &HOLE XB=14.2544,14.75,40.844,41.3421,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 12
 &HOLE XB=6.00785,6.5,21.5024,21.994,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 13
 &HOLE XB=6.00458,6.5,23.5119,24.0098,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 14
 &HOLE XB=6.00529,6.5,25.5214,26.0173,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 15
 &HOLE XB=6.00253,6.50107,27.7821,28.2817,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 16
 &HOLE XB=6.00349,6.50181,30.2916,30.7913,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 17
 &HOLE XB=6.00055,6.5,32.3036,32.805,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 18
 &HOLE XB=6.00291,6.5,34.3131,34.8113,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 19
 &HOLE XB=6.0022,6.50058,36.5725,37.0734,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 20
 &HOLE XB=6.00052,6.5,38.5829,39.0843,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 21
 &HOLE XB=6.00094,6.5,40.5921,41.0935,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 22
 &HOLE XB=22.7545,23.25,11.2036,11.7027,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 23
 &HOLE XB=22.7522,23.25,13.7155,14.2143,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 24
 &HOLE XB=22.7564,23.25,16.2274,16.7229,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 25
 &HOLE XB=22.755,23.25,18.7377,19.2374,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 26
 &HOLE XB=22.7522,23.25,21.0,21.4999,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 27
 &HOLE XB=22.7521,23.25,23.5119,24.0109,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 28
 &HOLE XB=22.7514,23.25,26.0238,26.5215,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 29
 &HOLE XB=22.7521,23.25,28.5357,29.0342,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 30
 &HOLE XB=22.7533,23.249,30.7964,31.2949,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 31
 &HOLE XB=22.8533,23.3498,33.194,33.6925,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 32
 &HOLE XB=22.7527,23.25,35.8202,36.3177,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 33
 &HOLE XB=22.7562,23.25,38.3321,38.8229,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 34
 &HOLE XB=22.7544,23.25,40.844,41.3358,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 35
 &HOLE XB=31.0053,31.5,11.2036,11.6992,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 36
 &HOLE XB=31.0059,31.5,13.7155,14.2106,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 37
 &HOLE XB=31.0057,31.5,16.2274,16.7177,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 38
 &HOLE XB=31.1121,31.605,18.62,19.1109,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 39
 &HOLE XB=31.0105,31.5,20.9929,21.4857,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 40
 &HOLE XB=31.0095,31.5,23.5055,24.003,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 41
 &HOLE XB=31.0037,31.5,26.0238,26.5212,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 42
 &HOLE XB=31.004,31.5,28.5357,29.0304,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 43
 &HOLE XB=31.0033,31.5,30.7964,31.2926,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 44
 &HOLE XB=31.0066,31.5,33.3033,33.8027,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 45
 &HOLE XB=31.0027,31.5,35.8202,36.3172,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 46
 &HOLE XB=31.0035,31.5,38.3321,38.8291,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 47
 &HOLE XB=31.0034,31.5,40.8411,41.3412,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 48
 &HOLE XB=39.5156,40.0,11.2036,11.6909,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 49
 &HOLE XB=39.5153,40.0,13.7155,14.2016,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 50
 &HOLE XB=39.5066,40.0,16.2274,16.7245,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 51
 &HOLE XB=39.5065,40.0,18.7393,19.2295,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 52
 &HOLE XB=39.5036,40.0,21.0,21.4975,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 53
 &HOLE XB=39.5095,40.0,23.5119,23.9978,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 54
 &HOLE XB=39.5082,40.0,26.0238,26.5081,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 55
 &HOLE XB=39.5149,40.0,28.5204,29.0181,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 56
 &HOLE XB=39.6336,40.1226,30.8569,31.3518,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 57
 &HOLE XB=39.5819,40.0709,33.1921,33.6769,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 58
 &HOLE XB=39.5086,40.0,35.8158,36.3073,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 59
 &HOLE XB=39.5034,40.0,38.3321,38.8264,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 60
 &HOLE XB=39.5041,40.0,40.844,41.3384,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 61
 &HOLE XB=14.3383,14.8338,30.9368,31.43,4.3,4.9, CTRL_ID='Rökgasluckor/ Hole 62

&VENT SURF_ID='OPEN', XB=42.0,42.0,-1.0,8.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: MESH [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-1.0,42.0,-1.0,-1.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: MESH [YMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-1.0,42.0,-1.0,8.0,5.0,5.0/ Mesh Vent: MESH [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-9.0,-9.0,8.0,40.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh04 [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-33.0,-33.0,8.0,40.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh04 [XMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-33.0,-9.0,40.0,40.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh04 [YMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-33.0,-9.0,8.0,40.0,5.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh04 [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=42.0,42.0,28.0,44.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: MESH02 [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-1.0,-1.0,28.0,44.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: MESH02 [XMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-1.0,42.0,44.0,44.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: MESH02 [YMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-1.0,42.0,28.0,44.0,5.0,5.0/ Mesh Vent: MESH02 [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=42.0,42.0,8.0,28.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: MESH01 [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-1.0,-1.0,8.0,28.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: MESH01 [XMIN]


```
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-1.0,42.0,8.0,28.0,5.0,5.0/ Mesh Vent: MESH01 [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-52.0,-52.0,-1.0,8.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh03 [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-9.0,-1.0,8.0,8.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh03 [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-52.0,-33.0,8.0,8.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh03 [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-52.0,-1.0,-1.0,-1.0,-1.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh03 [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-52.0,-1.0,-1.0,8.0,5.0,5.0/ Mesh Vent: Mesh03 [ZMAX]
```

```
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=0.983799/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=9.9/
```

```
&TAIL /
```