

Rapport 9475 © Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola, Lund 2015



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Lunds Tekniska Högskola

Brandteknisk riskvärdering av Tryckeriet 14 i Stockholm



Grupp 4

Ola Liliebladh
Hampus Månsson
Sofia Månsson
Emilia Åkesson

02-06-2015

Brandteknisk riskvärdering av Tryckeriet 14 i Stockholm

Författare

Ola Liliebladh
Hampus Månsson
Sofia Månsson
Emilia Åkesson

Handledare

Håkan Frantzich
Erik Öberg

Lund 2015

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

Titel/Titel

Brandteknisk riskvärdering av tryckeriet 14 i Stockholm
Fire safety evaluation of Tryckeriet 14 in Stockholm

Rapport/Report

9475 © Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola 2015

Författare/Authors

Ola Liliebladh
Hampus Månsson
Sofia Månsson
Emilia Åkesson

Nyckelord

Brandteknisk riskvärdering, Tryckeriet 14, Stockholm, Simulex, FDS, DETACT-T2, personsäkerhet, känslighetsanalys, riskanalys.

Keywords

Fire safety evaluation, Tryckeriet 14, Stockholm, Simulex, FDS, DETACT-T2, human safety, sensitivity analysis, risk analysis.

Antal sidor/Number of pages

162

Bilder/Pictures

Samtliga bilder är tagna av författarna till rapporten om ingen källa anges.
All photos are taken by the authors of the report, if no other source is given.

Språk/Language

Svenska/Swedish

Avdelning för Brandteknik

Lunds Tekniska högskola
Box 118
221 00 Lund
Telefon: 046-222 73 60
Hemsida: www.brand.lth.se
E-postadress: brand@brand.lth.se

Department of Fire safety Engineering

Lunds Tekniska högskola
Box 118
221 00 Lund
Telefon: 046-222 73 60
Hemsida: www.brand.lth.se
E-postadress: brand@brand.lth.se

Abstract

This report is written as a part of the course Fire safety evaluation at Lunds Tekniska Högskola. The authors are assigned to conduct an evaluation of the human safety at Tryckeriet 14. The property owners lease the buildings premises to various independent schools. The building is located in Stockholm and consists of six floors, where education is conducted on five of these floors. A dining room in the building is used as a dance club on the weekends.

The report aims to analyze whether the fire protection in the building is sufficient, in order to ensure a safe evacuation in case of fire. The goal of the report is therefore based on a risk analysis to assess whether additional safety measures are required in order to ensure the evacuation.

Three worst probable scenarios were selected for further analysis in the risk analysis. To these three scenarios a representative fire and a number of people who would evacuate were adopted.

Risk analysis is performed with the programs FDS and Simulex. Simulex simulate how long it takes to evacuate people from the different premises. This timeframe was compared to the time-critical condition that occur in the FDS-simulation. For a safe evacuation the time difference between the evacuation time and the time to critical condition should be zero or positive.

The risk analysis confirmed that the human safety of the three scenarios were not enough. To ensure safe evacuation of the investigated scenarios, a number of proposals for action were given.

Förord

Författarna till denna rapport vill tacka följande personer för deras handledning och hjälp under projektets gång:

Håkan Frantzich, universitetslektor vid avdelningen för brandteknik på LTH, för handledning genom hela arbetet.

Erik Öberg, Brandingenjör och Civilingenjör på Johannes brandstation i Stockholm, för stöd, vägledning och feedback under arbetets gång, samt hjälp vid platsbesöket.

Fredrik Hammar, förvaltare av Tryckeriet 14 i Stockholm, för hjälpen med att besvara frågor om oklarheter rörande Tryckeriet 14.

Anders Lauren, brandmästare på Stockholms brandförsvaret i Stockholm, för hjälp vid platsbesöket.

Roger Persson, fastighetsskötare på Tryckeriet 14 i Stockholm, för hjälp vid platsbesöket.

Bjarne Husted, universitetslektor vid avdelningen för brandteknik på LTH, för hjälp och vägledning med FDS.

Jonathan Wahlqvist, doktorand vid avdelningen för brandteknik på LTH, för hjälp och vägledning med FDS.

Nomenklatur

A_w	Omslutningsarea i kontakt med varma gaser [m ²]
$A_{\ddot{o}}$	Area öppning [m ²]
b	Dörrens bredd [m]
B	Bredd[m]
c	Specifik värmekapacitet [kJ/kg·K]
c_p	Värmekapacitet för luft [kJ/kg·K]
D^*	Karakteristisk diameter på branden [m]
D_0	Rökpotential [ob m ³ /g]
dx	Cellstorlek [m]
f	Personflöde genom dörren [pers/sm]
g	Gravitationskonstanten [m/s ²]
H	Höjd [m]
h	Värmeövergångstal [W/(m ² K)]
H_c	Förbränningsvärme [kJ/g]
$H_{\ddot{o}}$	Höjd på öppning [m]
kc	Termisk konduktivitet [W/mK]
l	Avståndet mellan brand och närmsta detektor [m]
l_{trappa}	Längden på trappan på Sprint-gymnasiet [m]
L	Längd [m]
\dot{m}	Massflöde [kg/s]
\dot{m}_e	Massflöde av gaser genom en öppning [kg/s]
\dot{m}_p	Massflöde från plymen [kg/s]
n	Antal personer som ska passera en dörr [-]
OD	Obscura [dB/m]
Q_{max}	Maximal effektutveckling [kW]
T	Flamtemperatur [K]
t	Tid [s]
T_a	Omgivningstemperatur [K]
$t_{dörr}$	Tiden det tar att passera ut genom dörren [s]
T_g	Temperatur brandgaser [K]
$t_{gång}$	Längsta tiden det tar att gå till utrymningsvägen [s]
t_{trappa}	Tiden det tar att gå ned för trappan [s]
v	Personens aktuella gånghastighet [m/s]
V	Volym [m ³]
\dot{V}_e	Volymflöde [m ³ /s]
v_{trappa}	Gånghastighet i trappan på Sprint-gymnasiet [m/s]
W_1	Förbränd massa [kg]
ρ	Densitet [kg/m ³]
ρ_a	Omgivande lufts densitet [kg/m ³]
ρ_g	Densitet gaser [kg/m ³]
\dot{q}''	Strålningsintensitet [kW/m ²]
ε	Emissivitet [-]
Φ	Synfaktor [-]
α	Tillväxthastighetskoefficient [kW/m ²]
σ	Stefan-Boltzmanns konstant, $5.67 \cdot 10^{-8}$ [W/m ² K ⁴]

Sammanfattning

Följande rapport är skriven som en del i kursen Brandteknisk riskvärdering på Brandingenjörsprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola. Författarna till rapporten har tilldelats objektet, Tryckeriet 14. Lokalerna i byggnaden hyrs ut till olika fristående skolor. Byggnaden ligger i Stockholm och består av sex våningsplan, där utbildningsverksamhet bedrivs på fem av dessa plan. Skolorna i huset har en stor gemensam matsal som på helger fungerar som dansbandsklubb.

Rapportens syfte är att analysera om brandskyddet i byggnaden är tillräckligt, för att kunna garantera en säker utrymning vid händelse av brand. Målet med rapporten är därmed att utifrån en riskanalys, bedöma om åtgärder krävs för att kunna säkerställa en utrymning.

Efter en grovanalys kunde tre värsta troliga scenarier väljas ut för att analyseras vidare i en riskanalys. Till dessa tre scenarier antogs en representativ brand som ett givet antal personer skulle utrymma från. De tre scenarierna är scenbrand på dansbandsklubben Dans In, brand i sopkärl på Sprint-gymnasiet samt soffbrand på Lernia SFI.

Simuleringsprogrammen FDS och Simulex användes för att genomföra en riskanalys. Simulex användes för att simulera hur lång tid det krävs för att utrymma personer i de berörda lokalerna. Denna tid jämfördes sen med tid till kritiska förhållanden uppstår, genom resultat från FDS. Målet är att skillnaden i dessa tider ska vara noll eller positiv för att säkra en trygg utrymning.

Riskanalysen fastställde att personsäkerheten i samtliga scenarier inte var tillräckligt. Vid analys av utrymningen på scenariot Lernia SFI, kunde ingen av personerna garanteras en säker utrymning.

För att garantera en säker utrymning för de utredda scenarierna ges ett antal åtgärdsförslag.

Åtgärder som *skall* genomföras för att säkerställa en trygg utrymning:

- Samtliga större sopkärl i korridorerna *skall* bytas ut mot mindre sopkärl av metall.
- I matsalen *skall* det lilla rummet tas bort och två extra utrymningsdörrar ut mot altanen installeras, samt reducera antalet personer till 250. Ett alternativ skulle vara att även installera en brandgasfläkt utöver de ovan nämnda åtgärderna. Där personantalet reduceras från 400 till 350 personer.
- Soffan och fåtöljerna i korridoren på SFI *skall* bytas ut mot möbler med mindre stoppning eller ingen stoppning alls.
- Hållmagnet kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörren mellan SFI och trapphuset vid brand *skall* installeras.
- Avspärningstejp i trapphuset på SFI *skall* tas bort.

Åtgärder som generellt *skall* genomföras i hela byggnaden:

- Alla dörrar som vetter ut mot huvudtrapphuset och övriga brandceller *skall* vara försedda med hållmagneter kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörrarna vid brand.

Innehållsförteckning

1	Inledning	19
1.1	Bakgrund till rapporten	19
1.2	Syfte och mål	19
1.3	Metod	19
1.4	Avgränsningar och begränsningar	22
2	Objektbeskrivning	23
2.1	Våningsplan 1	25
2.2	Våningsplan 2	26
2.2.1	Djurgymnasiet - djuravdelning	26
2.2.2	BK Bilverkstad	27
2.2.3	Lernia omklädningsrum	27
2.3	Våningsplan 3	28
2.3.1	Matsalen	28
2.3.2	Köket & Elinor Gourmet Restaurang	29
2.3.3	Refis verkstad	30
2.3.4	Refis kontor	31
2.3.5	Praktiska El- & energi	31
2.3.6	Praktiska verkstad	32
2.3.7	Djurgymnasiet - lektionssalar	32
2.4	Våningsplan 4	34
2.4.1	Lernia SFI	34
2.4.2	Djurgymnasiet – kontor	35
2.5	Våningsplan 5	36
2.5.1	Didaktus	36
2.6	Våningsplan 6	38
2.6.1	Sprint-gymnasiet	38
2.6.2	Futurum-gymnasiet	39
3	Befintligt brandskydd	41
3.1	Brandcellsindelning	41
3.2	Byggnadsmaterial	42
3.3	Utrymningsskyltar och markeringar	43
3.4	Släckutrustning	44
3.5	Ventilationssystem	44
3.6	Utrymningslarm och brandlarm	44
3.7	Detektions- och sprinklersystem	44
3.8	Räddningstjänst	44

3.9	Systematiskt brandskyddsarbete, SBA.....	44
4	Utrymningsteori.....	47
4.1	Människors beteende vid brand.....	47
4.2	Beräkning av utrymningstid	48
4.2.1	Varseblivning	48
4.2.2	Förberedelse	48
4.2.3	Förflyttning.....	49
4.3	Kritiska förhållanden.....	49
5	Teori om datorprogram.....	51
5.1	Simulex.....	51
5.2	DETECT-T2	51
5.3	FDS.....	52
6	Grovanalys.....	53
6.1	Observerade problem i befintligt brandskydd och i brandskyddsrutiner.....	53
6.2	Statistik för anlagda skolbränder	55
6.2.1	Statistik från MSB	56
6.2.2	Statistik från rapport av SP.....	57
6.3	Metod för grovanalys	57
6.4	Grovanalys av möjliga scenarier	58
6.5	Riskmatris.....	65
6.6	Enkla åtgärder för ej vidare utredda scenarier.....	66
7	Risakanalys – Scenbrand på Dans In	67
7.1	Beskrivning	67
7.2	Brandförlopp	68
7.3	FDS-simuleringar	68
7.4	FDS-resultat.....	69
7.5	Utrymningstid.....	70
7.5.1	Indata	70
7.5.2	Varseblivningstid.....	71
7.5.3	Förberedelsetid	71
7.5.4	Förflyttningstid.....	72
7.6	Resultat för Dans In.....	73
7.7	Känslighetsanalys.....	73
7.8	Analys av eventuella åtgärdsförslag.....	75
7.9	Åtgärder Dans In	77
7.10	Diskussion Dans In.....	78
8	Risakanalys – Brand i sopkärl på Sprint-gymnasiet.....	79

8.1	Beskrivning	79
8.2	Brandförlopp	79
8.3	FDS-simuleringar	80
8.4	FDS-resultat.....	81
8.5	Utrymning	82
8.5.1	Indata	82
8.5.2	Varseblivningstid.....	82
8.5.3	Förberedelsestid	83
8.5.4	Förflyttningstid.....	83
8.6	Resultat för Sprint-gymnasiet.....	84
8.7	Känslighetsanalys för Sprint-gymnasiet.....	85
8.8	Analys av eventuell åtgärd	86
8.9	Åtgärder Sprint-gymnasiet	88
8.10	Diskussion för Sprint-gymnasiet	89
9	Risikanalys – Soffbrand på Lernia SFI	91
9.1	Beskrivning	91
9.2	Brandförlopp	92
9.3	FDS-simuleringar	92
9.4	FDS-resultat.....	92
9.5	Utrymning	93
9.5.1	Indata	93
9.5.2	Varseblivningstid.....	93
9.5.3	Förberedelsestid	94
9.5.4	Förflyttningstid.....	94
9.6	Resultat för Lernia SFI.....	96
9.7	Känslighetsanalys för Lernia SFI.....	96
9.8	Analys av eventuellt åtgärdsförslag.....	98
9.9	Åtgärder Lernia SFI.....	99
9.10	Diskussion Lernia SFI.....	100
10	Förslag på övergripande åtgärder	103
10.1	Allmänt brandskydd	103
11	Övergripande diskussion	105
11.1	Allmänna åtgärder	105
11.2	Val av scenarier	105
11.3	Datorprogram	106
12	Sammanfattade åtgärder	107
13	Litteraturförteckning	109

14	Bilaga A – Utrymningsberäkningar.....	111
14.1	Ekvationer utrymning.....	111
14.2	Indatavärden.....	111
14.3	Utdata känslighetsanalys.....	112
14.4	Analys av eventuella åtgärdsförslag Dans In.....	113
15	Bilaga B – FDS och CFAST.....	115
15.1	Branden.....	115
15.2	Cellstorlek.....	115
15.3	Brandens storlek.....	116
15.4	Materialegenskaper.....	116
15.5	Detektorer.....	116
15.6	Slice files.....	117
15.7	Verifiering av CFAST.....	118
16	Bilaga C – Beräkningar Brandscenarier.....	119
16.1	Bränsle eller ventilationskontrollerad brand.....	119
16.1.1	Teori.....	119
16.1.2	Dans In.....	119
16.1.3	Sprint.....	119
16.1.4	Lernia SFI.....	119
16.2	Övertändning.....	119
16.3	Sikt.....	120
16.3.1	Teori.....	120
16.3.2	Dans In.....	120
16.3.3	Sprint.....	120
16.3.4	Lernia SFI.....	121
16.4	Mekanisk ventilation.....	122
17	Bilaga D – Beräkning av avstånd till kritisk strålningsintensitet.....	123
17.1	Dans In – avstånd till kritisk strålningsintensitet.....	124
17.2	Sprint-gymnasiet - avstånd till kritisk strålningsintensitet.....	125
17.3	Lernia SFI - avstånd till kritisk strålningsintensitet.....	126
18	Bilaga E – Bakgrund till effektkurvorna.....	127
18.1	Dans In – scenbrand.....	127
18.2	Sprint-gymnasiet – brand i korridor, returpapper.....	128
18.3	Lernia SFI – brand i foajé, soffgrupp.....	130
19	Bilaga F – Statistik.....	133
20	Bilaga G – Simulex utdatafiler.....	137
21	Bilaga H – FDS-koder.....	141

21.1	Dans In	141
21.2	Sprint-gymnasiet	147
21.3	Lernia SFI.....	151
22	Bilaga I - Elektronisk enkät.....	155

1 Inledning

Denna rapport skrivs som ett grupparbete och är en granskning av personsäkerheten av skolbyggnaden Tryckeriet 14 i Stockholm. Nedan beskrivs bakgrund till rapporten samt dess syfte, mål, metod och avgränsningar.

1.1 Bakgrund till rapporten

Följande rapport skrivs som en del i kursen Brandteknisk Riskvärdering vid avdelningen för brandteknik och riskhantering på Lunds tekniska högskola. Kursen omfattar 15 högskolepoäng och ingår i brandingenjörsutbildningen. Syftet med kursen är att tillämpa och knyta samman tidigare kunskap inom brandteknik, med fokus på att värdera personsäkerheten vid händelse av brand i en byggnad. Kursens mål är att kunna göra ingenjörsmässiga bedömningar och analyser samt att kritiskt kunna värdera det byggnadstekniska brandskyddet för en byggnad.

Ett objekt tilldelas varje grupp för vidare arbete med en granskningsrapport av brandskyddet. Objektet i denna rapport är en byggnad med skolverksamhet kallad Tryckeriet 14, belägen i Stockholm. Varje grupp tilldelas också en handledare från universitetet samt en lokal handledare som är bekant med objektet, i detta fall en representant från räddningstjänsten.

1.2 Syfte och mål

Syftet med följande rapport är analysera om brandskyddet för personsäkerheten vid händelse av brand är tillräckligt i byggnaden Tryckeriet 14. Målet med rapporten är att ge eventuella åtgärdsförslag på brandskyddet efter en grundlig utvärdering av personsäkerheten. För att kontrollera detta undersöks om personerna som befinner sig på Tryckeriet 14 hinner utrymma säkert vid händelse av brand.

1.3 Metod

Det inledande arbetet bestod i att granska ritningar av Tryckeriet 14 samt allmän informationssökning om verksamheten på Tryckeriet 14. Författarna planerade tidigt in ett platsbesök till byggnaden med fastighetsskötaren för byggnaden och de två handledarna. Tillsammans genomfördes en rundvandring och under besöket diskuterades troliga scenarier. Efter diskussion om scenarierna utfördes en grovanalys och tre scenarier valdes därefter ut för vidare granskning. Enklare åtgärder föreslogs till de risker som bedömdes mindre allvarliga.

För att få mer information om varje verksamhets egna brandskyddsrutiner gjordes ett försök att ringa varje brandskyddsansvarig i byggnaden. Vid samtalet förklarades vad vårt arbete gick ut på och vår uppgift klargjordes. Det bestämdes att en elektronisk enkät skulle skickas ut, med frågor som personalutbildning om brandrutiner till personalen på respektive verksamhet, se Bilaga I. I samband med samtalet genomfördes en kort telefonintervju med den brandskyddsansvarige angående avdelningens brandskyddsrutiner och om den ansvarige kände till några eventuella problem med brandskyddet i byggnaden.

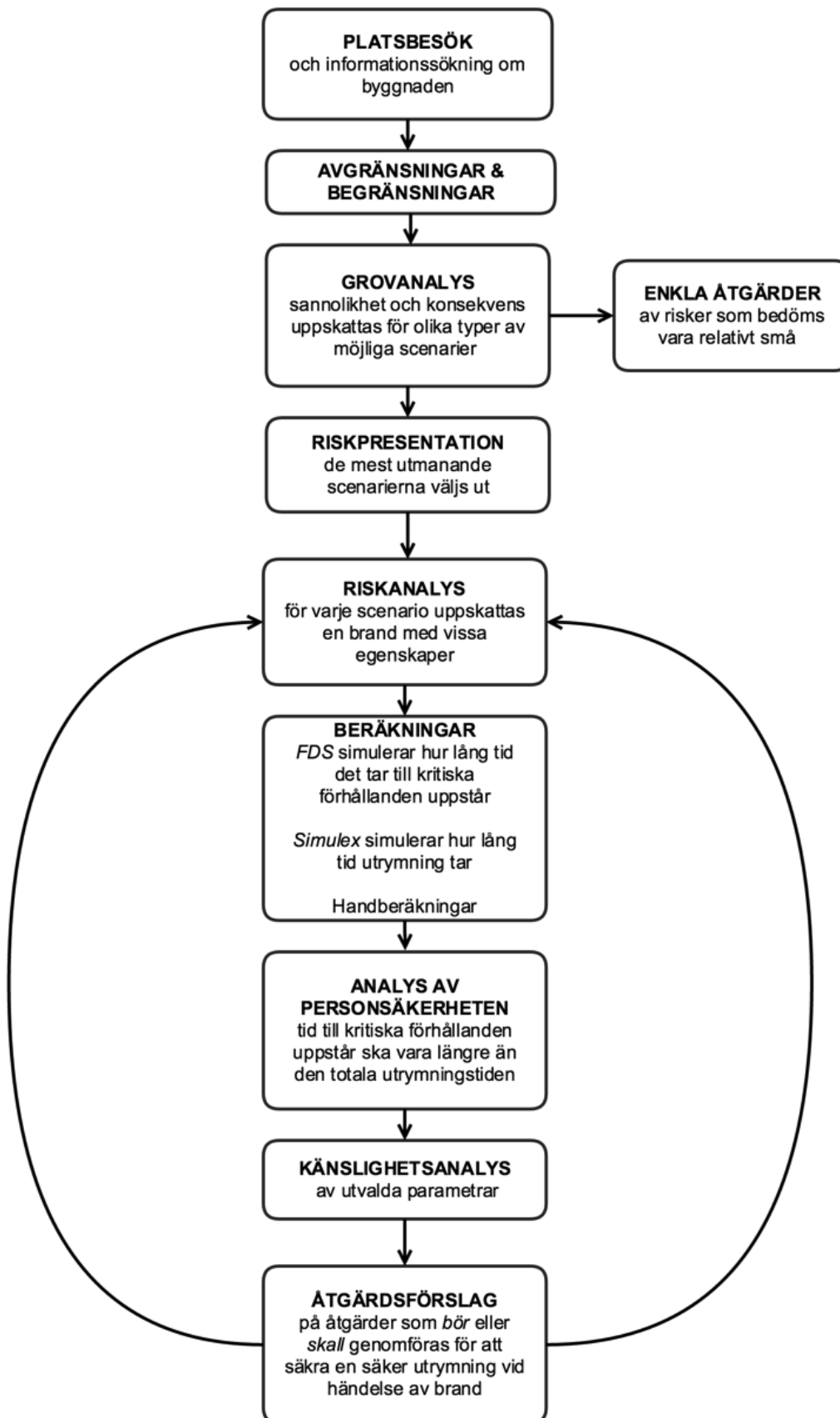
För var och ett av de tre scenarierna som analyserades vidare beräknades en effektkurva för en tänkt brand. Vid framtagning av effektkurvan har en rimlig mängd av brännbara objekt tagits med i beräkningen. Däremot har ett konservativt värde för varje objekts maximala effektutveckling (HRR) valts utifrån forskningsresultat.

Genom handberäkningar och datorsimuleringar analyserades de tre scenarierna och en riskanalys inleddes. Med dessa analyser av brandskyddet kunde en granskning av personsäkerheten utföras med avseende på utrymning. Tid till utrymning från Simulex-simuleringar jämfördes med tid till kritiska förhållanden från FDS-simuleringar. För att visualisera och ta fram tider till kritiska förhållanden för FDS-simuleringarna användes programmet Smokeview. Tid till då kritiska förhållanden uppnås mättes i huvudhöjd vid närmaste utrymningsväg.

Den totala utrymningstiden delas upp i varseblivningstid, förberedelsetid och förflyttningstid för att kunna genomföra handberäkningar och simuleringar. I rapporten är dess värden hämtade från SFPE (Walton, 2002) och BBR 21 (Boverket 3, 2014) samt en finsk studie där försök på utrymning har utförts för ett flertal olika verksamheter (Rinne et al., 2010).

Risakanalysen för de tre scenarierna används som bakgrund till eventuella åtgärdsförslag, detta tillhör slutmålet med rapporten. Till scenarierna har även en känslighetsanalys arbetats fram för att kunna bestämma vilken parameter i scenariet som påverkar slutresultatet mest. De föreslagna åtgärderna har sedan inkluderats i grundscenarierna och genom nya beräkningar verifierats för att säkra en säker utrymning.

En schematisk bild över arbetsgången visas i Figur 1, nedan.



Figur 1. Flödesschema över arbetsgången.

1.4 Avgränsningar och begränsningar

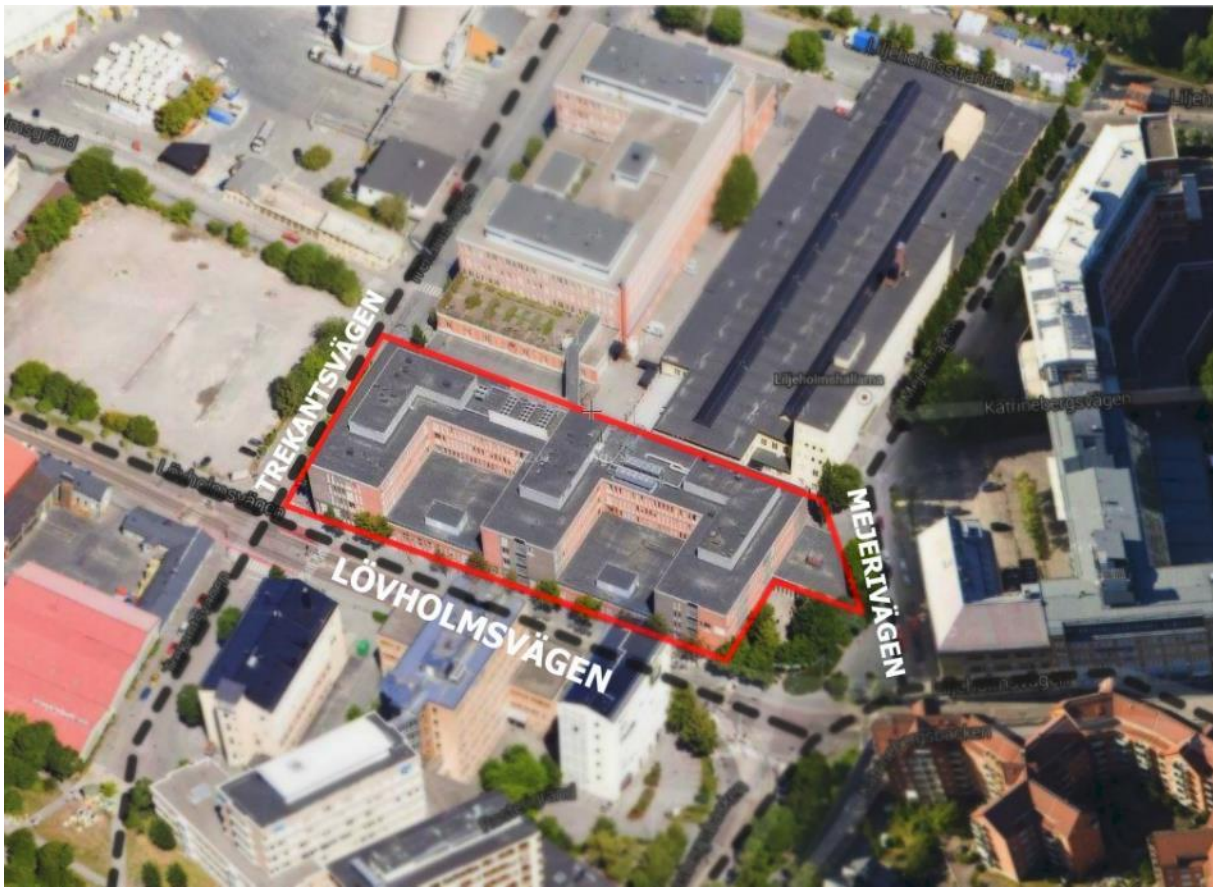
Med kursmålen som bakgrund läggs fokus i denna rapport på personsäkerheten i byggnaden Tryckeriet 14. Skador på egendom och miljö tas därför inte hänsyn till i denna rapport. Arbetet begränsades till endast en byggnad, Tryckeriet 14. Den här avgränsningen bestämdes eftersom tiden för besöket endast bestod av en dag, samt för att begränsa rapportens omfattning. Av de sex våningsplan där verksamheter bedrivs, utreds endast de lokaler där skolverksamhet utövas då antalet personer här är störst och alltså är mest kritiskt ur utrymningsaspekt.

Då endast tid till utrymning är intressant ur personsäkerhetsaspekt, utreds endast vad som sker i det inledande skedet av de undersökta brandförloppen. De bärande konstruktionernas egenskaper vid brand utreds därför inte vidare i rapporten.

Begränsningar för de olika datorprogram som användes behandlas senare i rapporten, i avsnitt 0.

2 Objektbeskrivning

Tryckeriet 14 byggdes under 1970-talet på Liljeholmen i Stockholm, se Figur 2, och projekterades för att kunna bedriva utbildningsverksamhet (Nezhadi, 2014).



Figur 2. Översiktbild på berört objekt, Tryckeriet 14 (Google Maps).

Än idag bedrivs utbildningsverksamhet på fem av de sex våningsplan som finns i byggnaden. Lernia-skola har funnits med sedan huset byggdes och har verksamhet på nästan hela våningsplan 4. I anslutning till byggnaden Tryckeriet 14 finns även en sammankopplad byggnad, Tryckeriet 13 med kontorslokaler och en stor idrottshall vars lokaler inte utreds i denna rapport.

Det är totalt sex olika fristående gymnasieskolor som hyrt in sig i byggnaden, flera av dem med praktisk inriktning där praktik ute i arbetslivet är en viktig del av utbildningen. Gymnasieskolorna har en mångkulturell blandning av både elever och lärare på grund av typen av utbildning som ges på skolan. Det finns alltifrån djurgymnasium till handelsprogram och upplärning av VVS-montörer. Förutom gymnasieskolorna finns även en vuxenutbildning för invandrare som vill lära sig svenska. En vanlig dag befinner sig omkring totalt 2000 personer i byggnaden, däribland främst studenter och lärare.

Stämningen i korridorerna var vid platsbesöket väldigt varierande, beroende på vilken skola som besöktes. Det var mycket folk i korridorerna på de större skolorna, som Sprint-gymnasiet och Didaktus gymnasiet, och dessa upplevdes som mer stökiga än andra. Enligt förvaltaren¹ på Tryckeriet 14 röker många av eleverna på skolan till vardags, vilket gör att många antas bära tändare. Ingen brandincident har hittills anmälts, men en del våldsbrott och skadegörelse har förekommit. Det har skett både

¹ Förvaltare Fredrik Hammar, Fastighets AB L E Lundberg, intervju april 2015.

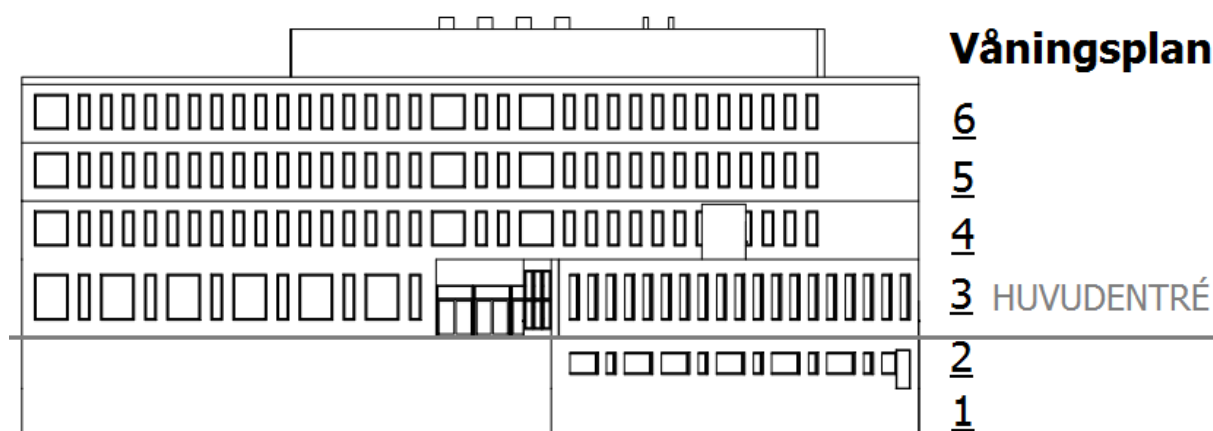
mordförsök och mord i huset, dock för ett antal år sedan men fortfarande då skolverksamhet bedrevs här.

Förutom skolverksamheter bedrivs det även en dansbandsklubb i skolmatsalen, på entréplan. Hit kommer medelålders människor för att umgås och dansa, klubben äger i huvudsak rum på lördagar.

I Tabell 1 visas en översikt av vilka verksamheter som befinner sig på varje våningsplan samt hur många personer som rör sig i respektive verksamhet.

Tabell 1. Antal personer på respektive verksamhet och våningsplan.

Verksamhet	Våningsplan	Antal personer under dagtid	Beskrivning
Sprint-gymnasiet	6	330	Gymnasium. Språkintröduktion för asylsökande ungdomar
Gymnasium Futurum	6	70	Gymnasium. Handelsprogram, praktikfokus
Didaktus gymnasieskola	5	630	Gymnasium med inriktning till naturvetenskap, samhällsvetenskap, ekonomi, vård- och omsorg, barn- och fritid och yrkesintroduktion
Lernia SFI Vux. Utbildning	4	500	Komvux
Refis AB	3	150	Gymnasium. Rörentreprenörernas friskola, VVS
Praktiska	3	110	Gymnasium med lärlingsutbildning, bygg- och anläggning, svetsning
Djurgymnasiet	2, 3, 4	330	Djurgymnasium, praktikfokus



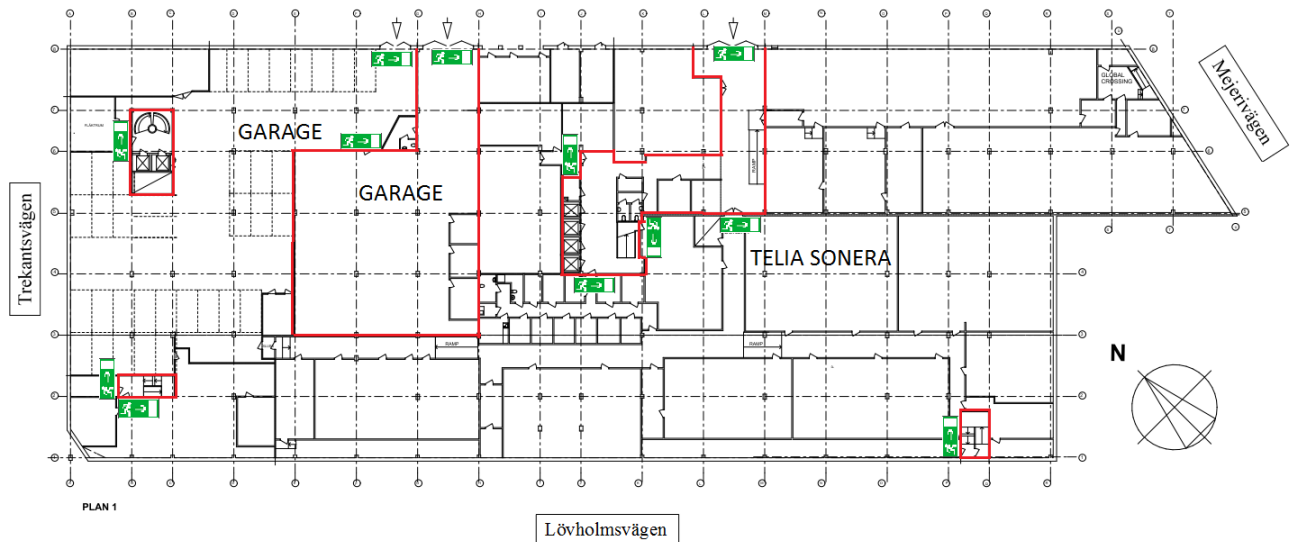
Figur 3. Fasadritning på kortsidan mot Mejerivägen. Huvudentrén syns i mitten på ritningen.

Tryckeriet 14 är byggt som ett suterränghus med huvudentré via Mejerivägen, se Figur 3, och där våningsplan 1 och 2 delvis ligger nedanför- och delvis i marknivå. Våningsplan 1 ligger till största del nedanför marknivå, dock ligger detta plan i marknivå på byggnadens nordöstra sida där infart till garaget ligger, se Figur 4. Våningsplan 2 ligger nedanför marknivå mot Mejerivägen, ovanför marknivå på byggnadens nordöstra sida och i marknivå mot Lövholsvägen och Trekantsvägen.

Utanför huset i korsning Mejerivägen/Lövholsvägen, trängs biltrafikanter med kollektivtrafik som spårvagn och stadsbussar. Varje dag passerar här många tunga fordon samtidigt som bussar och spårvagnar passerar varannan minut.

2.1 Våningsplan 1

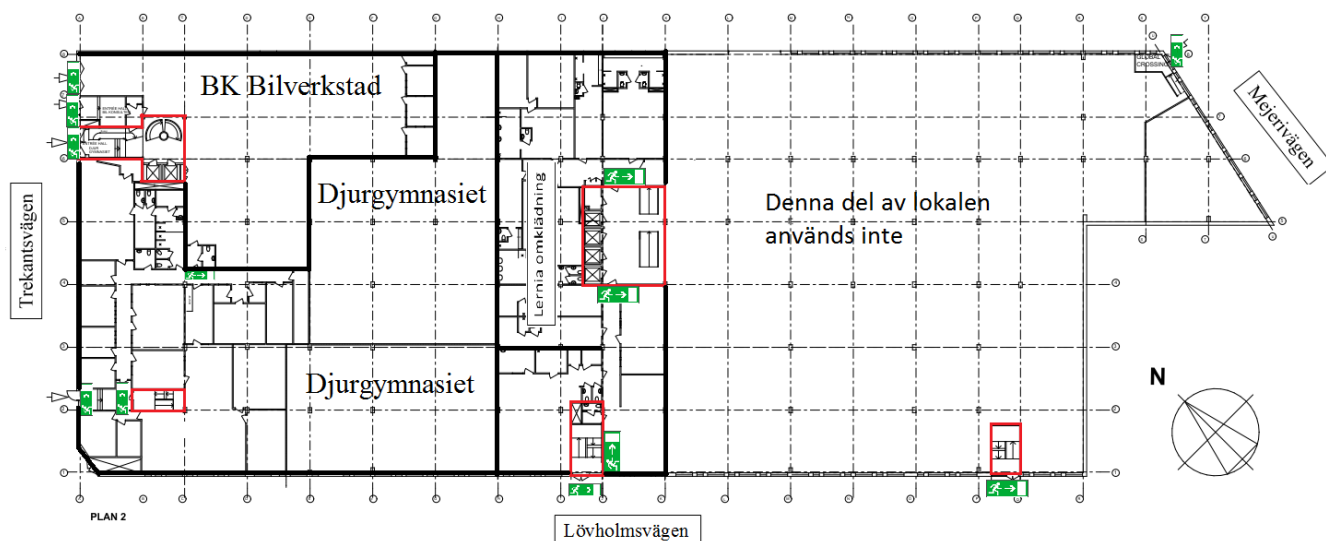
Våningsplan 1 ligger till största del nedanför marknivå. Dock ligger detta plan i marknivå på byggnadens nordöstra del där infarten till garaget och TeliaSonera international Carrier ligger. Garaget ligger i byggnadens nordvästra del och företaget TeliaSonera International Carrier ligger i byggnadens sydöstra del, se Figur 4. Detta plan kommer inte undersökas närmare i denna rapport eftersom det inte gavs någon tillgång till TeliaSoneras verksamhet.



Figur 4. Ritning över våningsplan 1. Brandcellerna är rödmarkerade och skyltarna visar möjliga utrymningsvägar och vägar för att nå utrymningsvägar.

2.2 Våningsplan 2

Våningsplan 2 ligger i marknivå mot Trekantsvägen och Lövholsvägen. På detta våningsplan bedriver både Djurgymnasiet och BK Bilverkstad verksamhet. Lernia har även omklädningsrum i närheten av hissarna, se Figur 5.



Figur 5. Ritning över våningsplan 2. De röda linjerna markerar brandcellsgränserna och skyltarna visar möjliga utrymningsvägar och vägar för att nå utrymningsvägar.

2.2.1 Djurgymnasiet - djuravdelning

Djurgymnasiet är en friskola som ägs av Animallogos AB och grundades 2002 och ligger i den nordvästra delen av våningsplan 2 med ingång via Trekantsvägen, se Figur 5. På denna avdelning av Djurgymnasiet finns det spindlar, kaniner, ormar, sköldpaddor, hamstrar, marsvin, fåglar med mera, se Figur 6. De har även förvaring av foder och hö i två mindre rum, se Figur 7. Personantalet beror mycket på tiden på året då studenterna under perioder har flera veckor med praktik. När alla elever och lärare befinner sig på skolan samtidigt är där 330 personer.



Figur 6. Ett av rummen i Djurgymnasiets lokaler. I detta rum finns akvarier med sköldpaddor med mera.



Figur 7. Ett av rummen där foder och hö förvaras.

2.2.2 BK Bilverkstad

BK Bilverkstad är en bilfirma som köper, byter och säljer bilar. De har sitt företag i nordvästra delen av byggnaden med ingång via Trekantsvägen, se Figur 5. Företaget är främst inriktad på tyska premiumbilar, vid besöket fanns ett 20-tal bilar i lokalen, samt en båt och en motorcykel, se Figur 8.



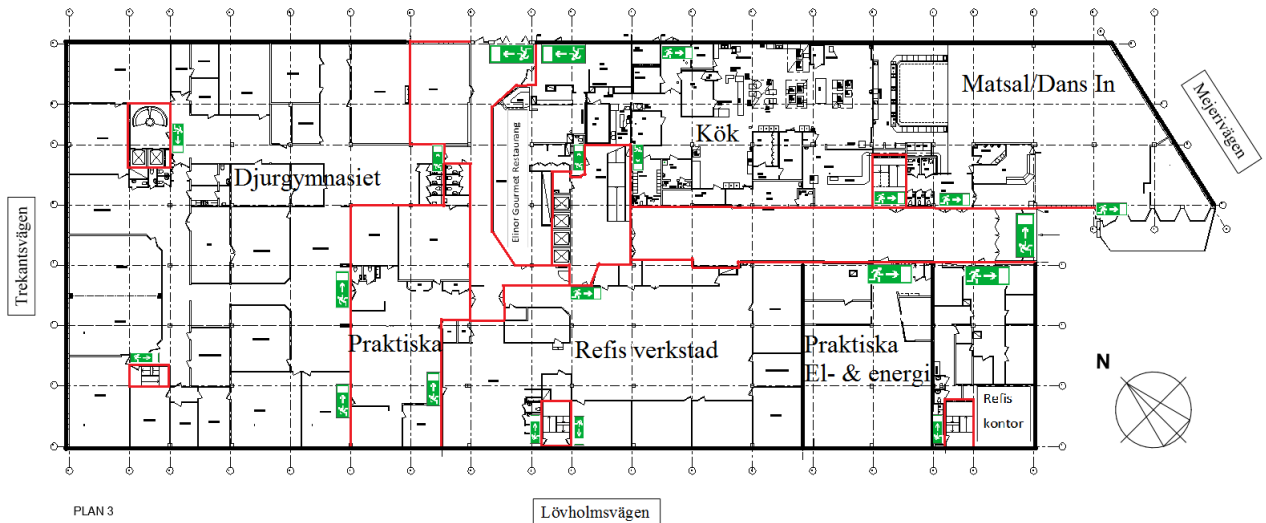
Figur 8. En överblick på lokalen där bilarna de säljer finns.

2.2.3 Lernia omklädningsrum

Huvudtrapphuset leder till Lernias omklädningsrum på våningsplan 2. Omklädningsrummen är små och används sällan idag.

2.3 Våningsplan 3

Våningsplan 3 är entréplan för Tryckeriet 14, där huvudingången ligger i korsningen mellan Mejerivägen och Lövhölmssvågen. Verksamheterna som ligger på detta våningsplan är av stor variation med allt från kök och matsal till snickeri- och metallverkstad, se Figur 9.



Figur 9. De röda linjerna visar brandcellsgränserna, varje trapphus är en egen brandcell och korridoren ut till huvudentrén utgör en brandcell. Skyltarna markerar möjliga utrymningsvägar och vägar för att nå utrymningsvägar.

2.3.1 Matsalen

I skolmatsalen som är cirka 700 m² ligger direkt till höger innanför huvudentrén. Det finns cirka 500 sittplatser där elever som studerar på någon av gymnasieskolorna kan sitta och äta lunch, se Figur 10. I matsalens sydöstra ände finns ett avskilt, mindre rum med ett fåtal bord och stolar att äta lunch vid. Detta rum är delvis inrett med tyg längs väggar och tak, se Figur 11.

Kök och matsal renoverades 2013, då utfördes ombyggnationen enligt BBR 19. Verksamhetsklassen i kök och matsal är av verksamhetsklass 1 respektive verksamhetsklass 2B (Lindström, 2013), vilket betyder utrymmen där personer med god lokalkännedom, som är vakna och själv kan sätta sig i säkerhet vistas respektive lokaler för fler än 150 personer enligt BBR 5:2. Då köket utförs i samma brandcell som matsalen med verksamhetsklass 2B gäller även denna verksamhetsklass för hela lokalen (Lindström, 2013).

På kvällar och helger används matsalen som dansbandsklubb. För att matsalen ska kunna användas som dansbandsklubb flyttas bord och stolar ut i korridoren vid huvudentrén och en provisorisk garderob med plats för cirka 400 jackor ställs ut i korridoren. En scen byggs upp vid matbespisningen med långa svarta skynken som hänger runt scenen från tak till golv. Vid nattklubbsevenemang kan upp till 400 personer vistas i lokalen. (Tommys Blogg, 2015)



Figur 10. Placering av bord och stolar i matsalen under skoltid.



Figur 11. Det lilla rummet som ligger i matsalens sydöstra ände. Tyget i rummet är upphängt som bilden visar.

2.3.2 Köket & Elinor Gourmet Restaurang

Köket ligger mellan matsalsdelen och Elinor Gourmetrestaurang, se Figur 9. I köket på 500 m² finns stora ugnar, spisplattor med imkåpor försedda med punktsprinklers, kokplattor, stora kokkärl med mera, se Figur 12. Köket är av verksamhetsklass 1 eftersom personerna som vistas där anses ha god lokalkännedom (Boverket 3, 2014). Då köket är utförd i samma brandcell som matsalen med verksamhetsklass 2B gäller även denna verksamhetsklass även för köket (Lindström, 2013). Här tillagas all mat som serveras både i matsalen, till elever och lärare, samt i Elinor Gourmet Restaurang. Elinor Gourmet Restaurang är öppen för allmänheten att äta lunch och har plats för cirka 80 gäster per sittning, se Figur 13. På baksidan av köket finns en lastplats för varuleverans, men används även som utrymningsväg.



Figur 12. Köksugnarna i köket.



Figur 13. En överblick över Elinor Gourmet Restaurang.

2.3.3 Refis verkstad

Refis, Rörentreprenörernas Friskola i Stockholm, utbildar elever till VVS-montörer och startade verksamheten 2003. Verkstaden ligger på motsatt sida till köket och Elinor Gourmet Restaurang och är cirka 1300 m² stort, enligt Figur 9. I verkstaden befinner sig omkring 140 personer varje dag. I lokalen finns ett flertal avskiljningsväggar, som utgör arbetsplatser för eleverna, se Figur 14. Det finns även ett flertal arbetsbänkar med skruvstäd, större trälådor med olika varianter av VVS-rör och mitt i lokalen finns ett rum avsett för svetsning. Gaserna som används vid svetsning förvaras i flaskor i ett särskilt rum för brandfarlig vara. Några av gaserna som de använder är acetylen, gasol och flytande vätgas.



Figur 14. Väggar som avskiljer arbetsplatserna för eleverna.

2.3.4 Refis kontor

Refis kontor ligger direkt till vänster innanför huvudentrén, se Figur 9. I lokalen finns kontor till de anställda på Refis, ett stort uppehållsrum med soffor för eleverna, se Figur 15, och ett fåtal elevdatorer.



Figur 15. Upphållsrum med soffor för eleverna.

2.3.5 Praktiska El- & energi

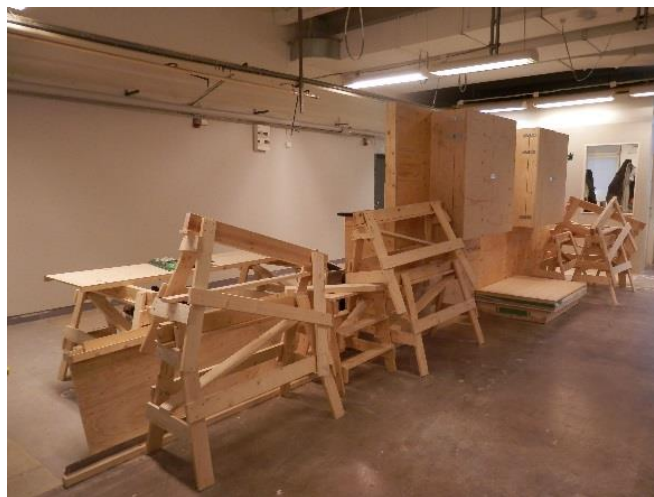
Praktiska El- & energiprogrammet är en av flera gymnasieutbildningar som Praktiska gymnasiet erbjuder. Undervisningslokalen i Tryckeriet 14 är 340 m² stor och ligger mellan Refis kontor och Refis verkstad, se Figur 9. I lokalen finns ett större rum direkt i anslutning till entrén, det finns även tre mindre klassrum och ett mindre kontor. I lokalens större rum står bord med datorer, uppställda mot en av väggarna, se Figur 16. Några bord är också uppställda mot en av väggarna och stolar är placerade på lite olika ställen.



Figur 16. Borden som är uppställda mot en av väggarna.

2.3.6 Praktiska verkstad

Praktiska verkstad utbildar studenter i husbyggnad och måleri. Lokalen är ungefär 190 m² och ligger mellan Djurgymnasiet och Refis verkstad, se Figur 9. I verkstaden befinner sig cirka 90 personer om dagen. I lokalen finns en stor mängd trä enligt Figur 17, sågar och andra verktyg.



Figur 17. En del av det trämaterial som finns i lokalen.

2.3.7 Djurgymnasiet - lektionssalar

Djurgymnasiet ligger i Tryckeriets nordvästra del, Figur 9, och lokalen är 1600 m² stor och har stora öppna ytor med bord och stolar där eleverna kan studera och umgås med varandra, se Figur 18. Det finns även ett flertal lektionssalar, se Figur 19, för undervisning och som mest befinner sig lite över 300 elever och lärare i Djurgymnasiets lokaler.



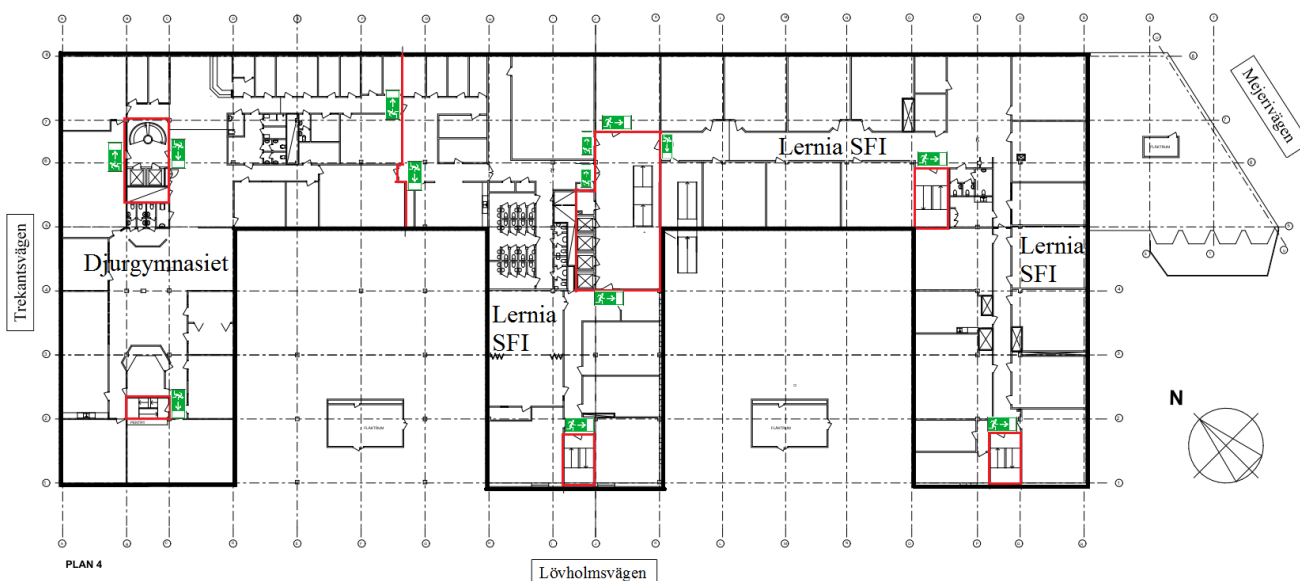
Figur 18. En del av de stora öppna ytorna där eleverna kan sitta och studera eller umgås (Djurgymnasiet, 2015).



Figur 19. En av flera lektionssalar på Djurgymnasiet (Djurgymnasiet, 2015).

2.4 Våningsplan 4

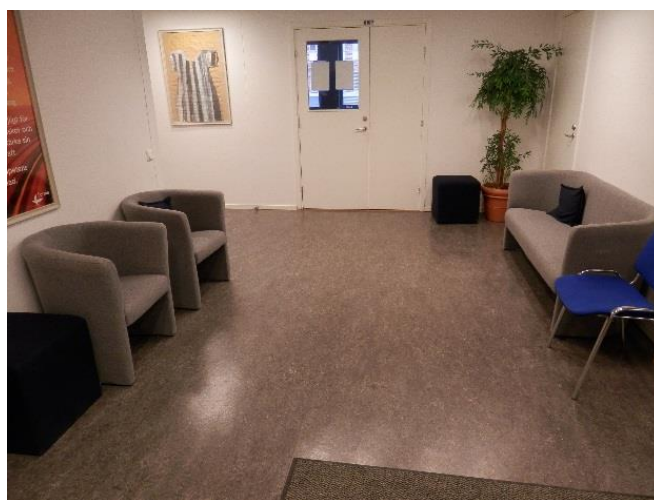
På våningsplan 4 ligger Lernia SFIs verksamhet och tar upp den största delen av våningsplanet. Även Djurgymnasiet har verksamhet på detta våningsplan och ligger i den nordvästra delen av byggnaden, se Figur 20.



Figur 20. På våningsplan 4 markeras brandcellerna med röda linjer och skyltarna markerar möjliga utrymningsvägar och vägar för att nå utrymningsvägar.

2.4.1 Lernia SFI

SFI, Svenska för invandrare, är en av Lernias utbildningar som ligger i Tryckeriet 14, detta är den äldsta hyresgästen. Detta är en vuxenutbildning för personer som saknar grundkunskaper inom det svenska språket (Lernia, 2015). I Lernias lokaler som är totalt 2400 m² stor, rör sig omkring 500 elever och lärare varje dag vilket gör denna verksamhet till en av byggnadens största. Lokalen är uppdelade i ett flertal mindre lektionssalar, en aula och rum med mikrovågsugnar, som ligger på vardera sidan om en lång korridor som leder genom byggnaden. Aulan ligger i den mittersta flygeln som vetter ut mot Lövholmsvägen, se Figur 21 och Figur 22.



Figur 21. Entrén till den mittersta flygeln som vetter ut mot Lövholmsvägen, där aulan och en del av lektionssalarna ligger.



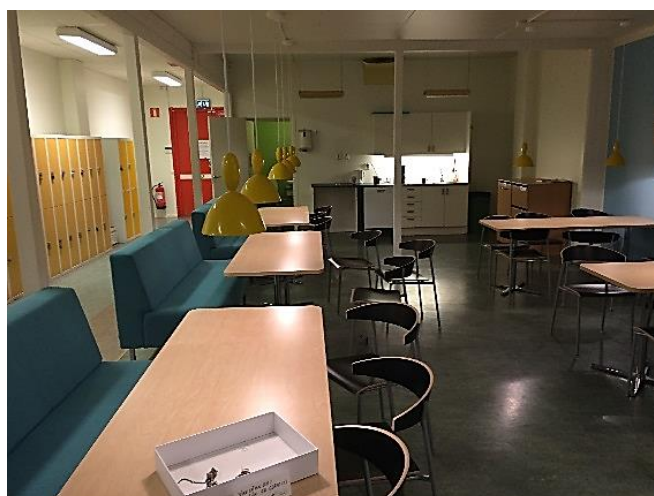
Figur 22. Entrédörren till den mittersta flygeln med lektionssalar.

2.4.2 Djurgymnasiet – kontor

Precis som för våningsplan 3 så är denna del av deras verksamhet öppen med bord och stolar där eleverna kan sitta och studera eller umgås, se Figur 23 och Figur 24. Denna del av Djurgymnasiet har en totalarea på 1300 m² som är uppdelad i mindre lektionssalar och kontor i olika delar av lokalen.



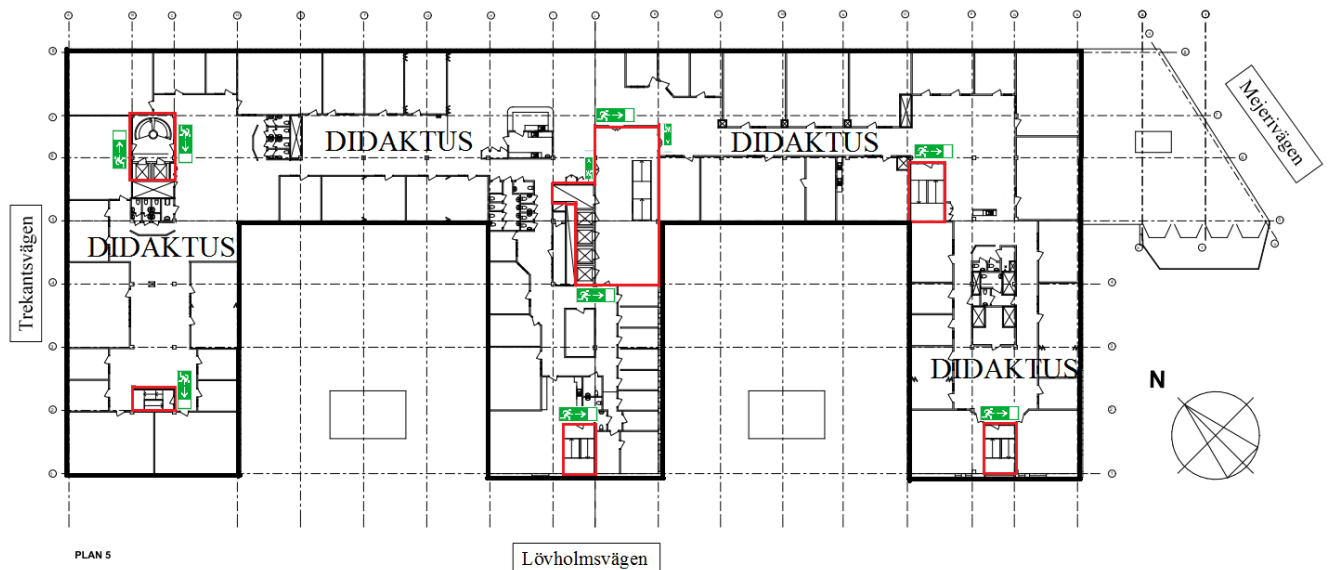
Figur 23. En del av de öppna ytorna där eleverna kan studera eller umgås med varandra.



Figur 24. Studieplatser och skåp till eleverna.

2.5 Våningsplan 5

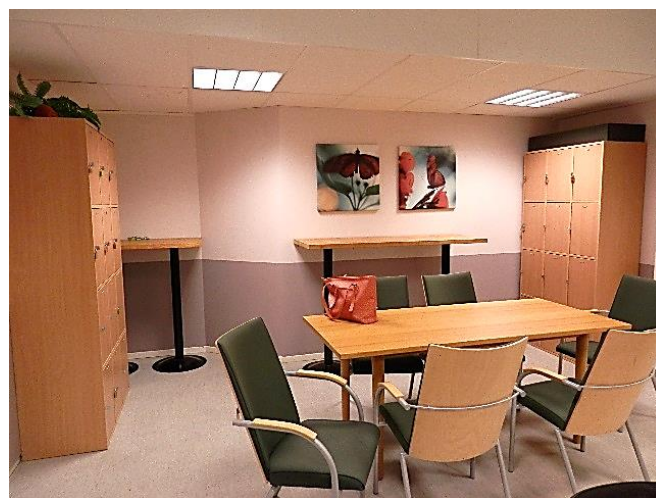
På hela våningsplan 5 har Didaktusgymnasiet sin verksamhet, se Figur 25. Precis som för de flesta av verksamheterna som ligger i Tryckeriet 14, har även Didaktus sin ingång via huvudentrén på våningsplan 3.



Figur 25. På våningsplan 5 markerar de röda linjerna brandcellerna och skyltarna visar möjliga utrymningsvägar och vägar för att nå utrymningsvägar. Brandcellerna på detta våningsplan utgörs av trapphusen.

2.5.1 Didaktus

Didaktus är en fristående gymnasieskola på cirka 3700 m² och är husets största skolverksamhet sett till både yta och elevantal. Det finns sex trapphus som är kopplade till våningsplanet och det vistas omkring 600 personer i lokalerna dagligen. Skolan erbjuder utbildningar inom naturvetenskap, samhällsvetenskap, ekonomi, vård- och omsorg, barn- och fritid och yrkesintroduktion. I verksamheten finns ett stort antal lektionssalar som ligger på vardera sidan om en lång korridor. I korridoren står även skåp till eleverna, bord och stolar där eleverna kan studera samt ett flertal sopkärl för papper, se Figur 26. Didaktus har även ett eget bibliotek som ligger i anslutning till huvudtrapphuset, se Figur 27.



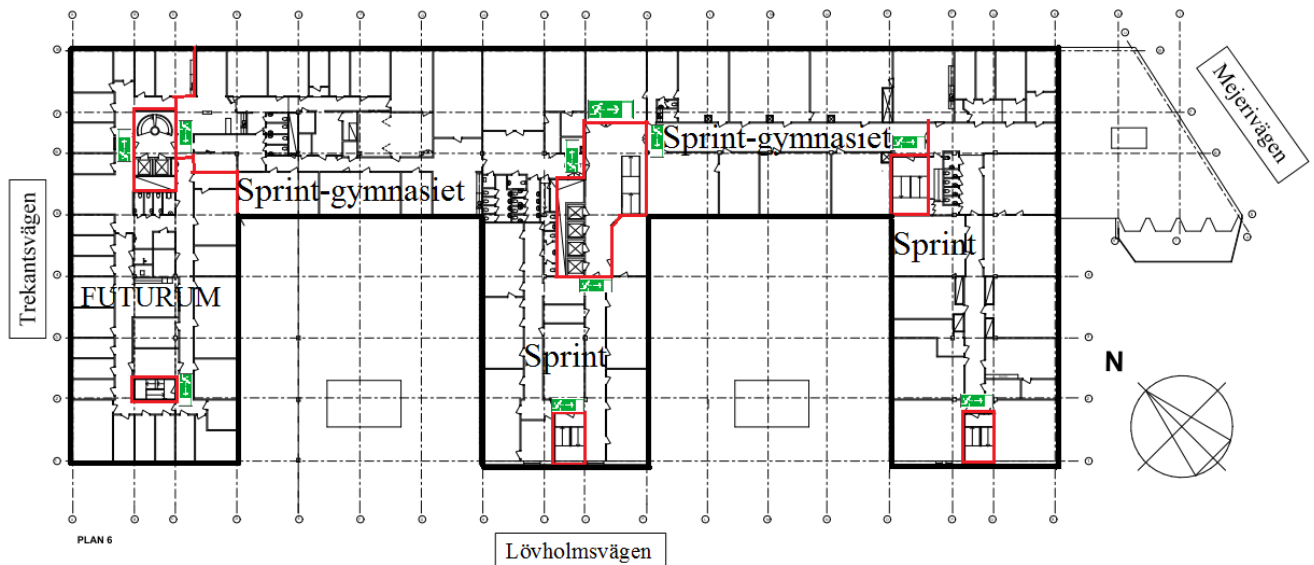
Figur 26. En del av korridoren med bord och stolar där eleverna kan sitta och studera, samt skåp för dem att förvara skolmaterial.



Figur 27. Biblioteket som ligger i anslutning till huvudtrapphuset och några matautomater.

2.6 Våningsplan 6

Våningsplan 6 är den översta våningen på Tryckeriet 14. Sprint-gymnasiets lokaler utgör större delen av våningen med undantag för Futurum-gymnasiet som ligger i nordvästra delen av våningsplanet, se Figur 28.



Figur 28. Ritning över våningsplan 6 som är det översta på Tryckeriet 14. Brandcellsindelningen markeras av röda linjer och skyltarna markerar möjliga utrymningsvägar och vägar för att nå utrymningsvägar.

2.6.1 Sprint-gymnasiet

Sprint-gymnasiet med ingång via huvudentrén på våningsplan 3 har en area på 2500 m². Verksamheten består av ett fyrtiotal lektionssalar och kontor som ligger på båda sidor längs korridorerna. I korridorerna står skåp till eleverna, ett antal sopkärl för papper, se Figur 30 samt bord och stolar där eleverna kan studera eller umgås, se Figur 29. Gymnasieskolan är en skola för nyanlända asylsökande ungdomar, samt invandrarungdomar med uppehållstillstånd som är bosatta i Stockholm. Denna skola har introduktionsprogram i språkintröduktion. Under en dag befinner sig omkring 330 personer i Sprint-gymnasiets lokaler.



Figur 29. En av lektionssalarna på Sprint-gymnasiet.



Figur 30. En av korridorerna på Sprint-gymnasiet där några av sopkärlen står.

2.6.2 Futurum-gymnasiet

Gymnasieskolan Futurum ligger i den nordvästra delen av Tryckeriet 14 med ingång via Trekantsvägen. I skolan som är 800 m² vistas omkring 70 personer dagligen. Lokalen är stor med lektionssalar, kontor och stora öppna ytor med soffor och bord där eleverna kan studera eller umgås, se Figur 31. Skolan drivs av Sociala missionen och erbjuder utbildning med inriktning handelsprogrammet.



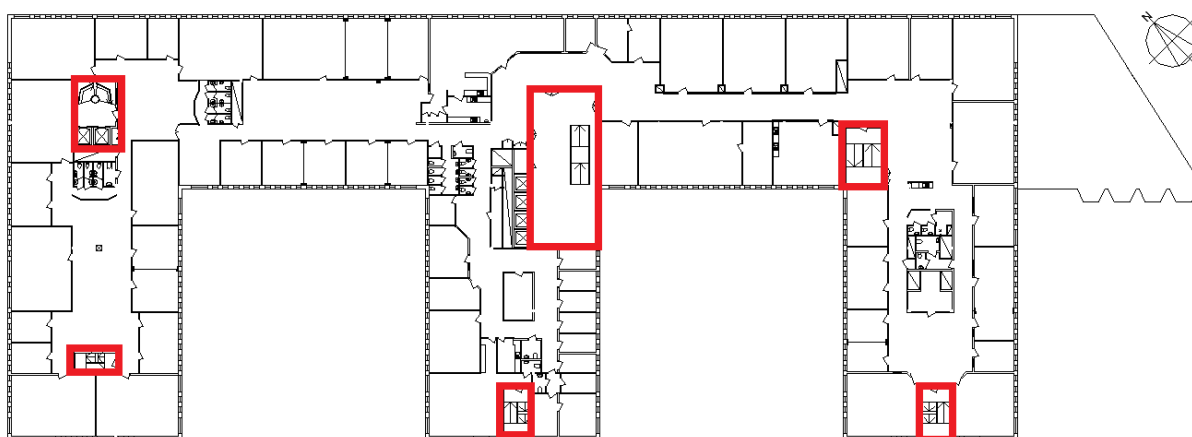
Figur 31. Plats för eleverna att umgås och skåp där de kan förvara sitt skolmaterial.

3 Befintligt brandskydd

Det existerande brandskyddet i Tryckeriet 14 undersöktes under objektsbesöket. Brandskyddet skiljer sig en hel del mellan de olika våningsplanen och verksamheterna. Det yttersta ansvaret för att det befintliga brandskydd fungerar som det ska, ligger dels på fastighetsköparen men även på hyresgästerna. Dessa ansvarar för att kontrollera att det systematiska brandskyddsarbetet dokumenteras, se avsnitt 3.9. Varje verksamhet har även en brandskyddsansvarig som normalt är rektorn men kan även vara en person som blivit delegerad ansvaret från rektorn.

3.1 Brandcellsindelning

Tryckeriet 14 är Byggnadsklass 1, Br 1. På varje våningsplan är trapphusen som löper igenom byggnaden egna brandceller, se Figur 32, även varje våningsplan utgör egna brandceller.



Figur 32. Trapphusen som löper genom byggnaden är markerade ovan och är utformade som separata brandceller.

På våningsplan 1, 3, 4 och 6 är brandcellsindelningen mer omfattande. Brandcellsindelningen för dessa våningsplan är inritade på ritningarna ovan, med röda linjer enligt Figur 4, Figur 9, Figur 20 och Figur 28. På våningsplan 6 finns även en brandcell mellan de två gymnasieskolorna Sprint och Futurum.

Branddörrarna mellan brandcellerna är försedda med hållmagneter kopplad till rökdetektor som automatiskt stänger dörrarna vid brand. Rökdetektorer är placerade i taket vid dörren.

På våningsplan 2 och 5 är det enbart trapphusen som utgör egna brandceller och är inritade med röda linjer enligt Figur 5 och Figur 25. Det betyder att inget skydd mot rökgasspridning finns på våningsplanet.

Dörrarna som vetter mot huvudtrapphus ska utföras utan springa i underkant enligt brandskyddsbeskrivning (Lindström, 2013). Dörrar med brandklassning förses med tillhåll, det vill säga en funktion som håller dörrblad i stängt läge vid brand men som kan öppnas med exempelvis utrymningsbeslag (Bengtson et al., 2003). Alla dörrar antas vara utformade enligt brandskyddsbeskrivningen, det vill säga enligt Tabell 2, då ingen annan information finns.

Tabell 2. Beskrivning av brandtekniska krav på dörrar, luckor och portar i brandcellsgräns (Lindström, 2013).

	Brandtekniskt krav	Kommentar
Dörr mot trapphus och korridor från kök	EI 60-S _m C	
Dörr mot långa korridoren från matsal	EI 30-S _a C	
Glasparti mot kiosk	EI 60-C	Skjutlucka stänger vid brand

EI står för att dörren ska vara opåverkad och isolerad mot brand. Siffrorna efter EI står för hur länge dörren ska kunna motstå brand, exempelvis betyder EI 60 att dörren ska kunna motstå brand i 60

minuter. C betecknar att dörren har dörrstängare. S_a och S_m beskriver hur brandgastäta dörrarna är (Boverket 3, 2014).

Alla dörrar mot trapphusen förutom mot huvudtrapphuset är försedda med trådglas av klass F-30 och är monterade i bågar av trä. Då trådglas inte reducerar strålningen från branden måste ett skyddsavstånd mot utrymmande personer tas i beaktning. Glasytorna mot trapphusen är som störst 1,5 kvadratmeter, därmed krävs ett skyddsavstånd på cirka 1,5 meter vid utrymning, enligt figur på sida 140 i boken *Brandskydd: nybyggnadsregler* (Bengtson, S. & Osterling, T., 1990).

3.2 Byggnadsmaterial

Byggnadens stomme och bjälklag är av betong. Yttertaket är belagt med papp. Fasaden är av tegel och alla innerväggarna är målade (Lindström, 2013). Innertaket är klätt med ljuddämpande skivor. Dessa är inte brännbara dock påverkas värmeledningsförmågan vid brand.

För att begränsa utveckling och spridning av brand och brandgaser bör rätt ytskikt och beklädnad väljas. I Tabell 3 beskrivs de ytskikt som det är krav på enligt BBR 5:5 (Boverket 3, 2014).

Tabell 3. Krav på ytskikt på tak, vägg och golv enligt BBR 5:5 (Boverket 3, 2014).

Yta	Lokaltyp	Ytskiktsklass
Tak	Alla	B-s1, d0
Vägg	Utrymningsvägar, samlingslokaler	B-s1, d0
	Övriga lokaler	C-s2, d0
Golv	Utrymningsväg	C_{fl} -s1
	Samlingslokal	D_{fl} -s1

Ytskiktsklasserna kombineras med en eller flera tilläggsklasser. Tilläggsklasserna s och d står för hur mycket brandgaser materialet får avge respektive hur stor mängd brinnande droppar och partiklar som får avges från materialet (Boverket 1, 2011). Ytskiktsklassen B-s1, d0 betyder exempelvis normal målningsbehandling på betong eller gipsskiva med pappskikt (Norgips, 2015).

Alla väggar och golv i byggnaden uppfyller kraven för ytskikt enligt BBR 5:5. Tabell 4 visar en sammanställning av ytskikten som finns i de olika verksamheterna.

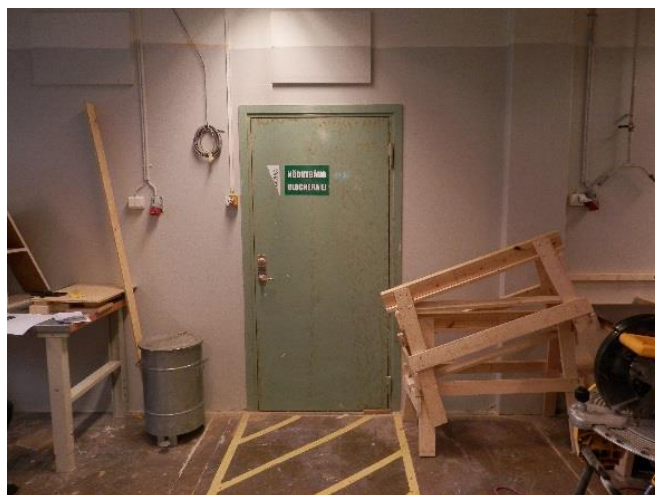
Tabell 4. Material i de olika verksamheterna.

Utrymme	Väggmaterial	Golvmaterial
Foajé	Tegel	Marmor, klinker
Trapphus	Betong	Marmor
Kök	Betong	Betonggolv med plastmatta
Matsal	Betong	Träggolv, klinker, heltäckningsmatta
Elinor Gourmet restaurang	Betong	Träggolv
Refis kontor	Betong	Betonggolv med plastmatta, träggolv
Praktiska el	Betong, tegel	Träggolv, klinker
Refis verkstad	Betong	Betong
Praktiska verkstad	Betong	Betong
Lernia SFI	Betong	Betonggolv med plastmatta
Didaktus	Betong	Betonggolv med plastmatta
Sprint	Betong	Betonggolv med plastmatta
Futurum	Betong	Betonggolv med plastmatta
Djurgymnasiet	Betong	Betonggolv med plastmatta

3.3 Utrymningsskyltar och markeringar

Vägledande markering vid och till utrymningsvägar är de flesta av slaget tydliga genomlysta eller belysta skyltar. På ritningarna ovan under avsnitt 2 är alla utrymningsvägar markerade med skyltar på respektive våningsplan enligt Figur 4, Figur 5, Figur 9, Figur 20, Figur 25 och Figur 28. Några av skyltarna är dock av den äldre varianten, efterlysande skyltar vilka uppfattas som något otydligare. Utrymningsskyltarna är försedda med nødströmsförsörjning för att klara minst 60 minuter (Lindström, 2013). På varje våningsplan hänger tydligt placerade utrymningsplaner.

Utrymningsvägarna från vissa verksamheter leder genom andras verksamheter, exempelvis leder en av Djurgymnasiets utrymningsvägar genom Praktiska verkstad, se Figur 33.



Figur 33. Djurgymnasiets utrymningsväg som leder genom Praktiska verkstad.

På våningsplan 2 finns endast en utrymningsväg från omklädningsrummet, via våningsplan 3 och på Praktiska El- & energi går en av utrymningsvägarna går genom kontoret, se Figur 34.



Figur 34. Utrymningsväg som leder genom kontoret.

3.4 Släckutrustning

Släckutrustning finns utplacerad i byggnaden på ett flertal ställen. Släckutrustningen är av varierande slag, till exempel skum, pulver och kolsyra beroende på placering och ändamål.

3.5 Ventilationssystem

Byggnaden är försedd med mekaniskt till- och frånluftssystem tillsammans med brandgasspjäll och brandisolering vid brandcellsgränserna. I matsalen och köket sker detektion av brandgaser via kanalplacerade detektorer. Vissa delar av ventilationssystemet är även försett med evakueringsspjäll (Lindström, 2013).

3.6 Utrymningslarm och brandlarm

Utrymningslarm med manuell aktivering finns i lokalerna. Utrymningslarmet består av en ljudsignal som låter i lokalen. Varje verksamhet har sitt eget utrymningslarm, vilket gör att det kan larma i en del av byggnaden utan att angränsande verksamheter blir larmade. I dagsläget finns det alltså inget sammankopplat brandlarmsystem mellan verksamheterna i huset.

De lokaler där personer med nedsatt hörsel vistas utan kontakt med andra personer är försedda med optiska larm, exempelvis toaletter (Lindström, 2013).

Utrymningslarmen inne på Lernia, större delen av våningsplan 4, är kopplade till rökdetektorerna i huvudtrapphuset. Detta då Lernia är den enda verksamhet som funnits kvar sedan huset byggdes och då det första brandskyddet installerades. Vid händelse av brand i trapphuset varnas endast Lernias undervisningslokaler på våningsplan 4.

Efter renoveringen av matsal och kök 2013 uppdaterades brandskyddet i denna lokal. Enligt förvaltaren² av Tryckeriet 14 bryts strömmen och lamporna i taket tänds när rökdetektorn aktiveras. Utrymningslarmet är ett talande meddelande som berättar vad som hänt och uppmanar till utrymning.

3.7 Detektions- och sprinklersystem

Detektionssystemet i lokalerna består av optiska ljusspridningsdetektorer utplacerade i korridorer som är kopplade till ett utrymningslarm. Vid dörrarna till huvudtrapphuset är detektorer placerade som är kopplade till dörrstängare som stänger när detektorerna aktiveras. Även till dörrarna mellan brandceller finns detektorer kopplade till dörrstängare.

Vid renoveringen i köket som nämndes ovan, installerades punktsprinklers på imkåporna över stekborden och över spisplattor. Släcksystemet aktiveras manuellt och bryter elen till den berörda utrustningen. I övrigt är lokalerna i Tryckeriet 14 inte installerade med sprinklers.

3.8 Räddningstjänst

I kök och matsal förutsätts räddningstjänstens insatstid understiga 10 minuter, dock förutsätter inte det dimensionerade brandskyddet i lokalen räddningstjänstens medverkan (Lindström, 2013). Den närmste brandstationen är Brännkyrka brandstation som ligger cirka 5 kilometer från Tryckeriet 14.

3.9 Systematiskt brandskyddsarbete, SBA

Alla byggnader och anläggningar ska enligt LSO, lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778, 2003) ha ett skäligt brandskydd. Det betyder att det bör finnas ett systematiskt brandskyddsarbete för alla byggnader, dock i varierande omfattning.

Följande information om verksamheternas rutiner erhöles vid telefonintervju med varje verksamhets brandskyddsansvarig. Verksamheterna i Tryckeriet 14 jobbar var och en för sig med sina egna

² Förvaltare Fredrik Hammar, Fastighets AB L E Lundberg, intervju april 2015.

brandskyddsrutiner som är relativt lika men som varierar naturligt med skillnaden i deras verksamheter. Skolorna uppger att utrymningsövning sker 1 gång/termin. Speciellt för de flesta skolorna i byggnaden är att eleverna bedriver många veckors praktik under terminerna, vilket kräver planering vid genomförandet av utrymningsövning så att så många elever som möjligt kan närvara. Varje verksamhet har övning för sig och ingen gemensam utrymningsövning har genomförts de senaste åren.

Brandutbildning för personal varierar mellan de olika skolverksamheterna. Vanligast är att personalen får brandutbildning med några års mellanrum där det ingår att lära sig hur en handbrandsläckare används och hur du bör agera vid händelse av brand. Fastighetsskötaren arbetar systematiskt med att kontrollera att verksamheterna för dokumentation över sitt brandskyddsarbete.

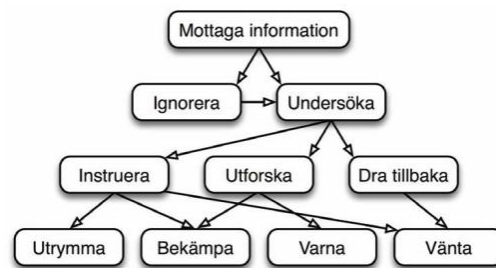
4 Utrymningsteori

För att kunna bedöma personsäkerheten i en byggnad krävs det att tid för utrymning kan uppskattas, antingen genom handberäkningar eller genom olika simuleringsprogram som kan beräkna människors utrymning ur en viss byggnad. Nedan beskrivs kortfattat människors beteende vid brand, kopplat till undervisningsmiljö samt beskrivning av hur utrymningstiden sedan kan beräknas.

4.1 Människors beteende vid brand

Tiden det tar för utrymning ur en byggnad beror på personens fysiska, mentala och sociala förutsättningar. Det är många faktorer vid utrymning som påverkar människors reaktionsförmåga och agerande vid händelse av brand. Följande text är information tagen ur rapporten *Tid för utrymning vid brand* (Frantzich, 2001).

Under utrymningen står de berörda personerna inför ett stort antal beslut som ska tas, tankegången kan ses genom Figur 35. Vanligast börjar beslutsfattandet då brandlarmet i byggnaden går. Vad betyder larmet? Är det falsklarm eller övning, ska informationen ignoreras eller undersökas vidare? Personerna försöker få reda på mer information om händelsen för att kunna komma fram till vad de ska göra. Teoretiskt sätt delas den totala utrymningstiden in i de tre faserna varseblivning, förberedelse samt förflyttning. Mer om hur tider för dessa reaktionsstadier bestäms anges nedan.



Figur 35. Människors beteende vid brand³.

I den inledande delen av utrymningen är det sociala sambandet mellan människorna stort. Olika typer av auktoritära roller är avgörande för hur utrymningsprocessen ser ut. I verksamheter med undervisning eller dansbandsklubb förväntas lärare och personal ta större ansvar vid en utrymningssituation. Personer med dessa ledarpositioner kan skynda på reaktionstiden och informationssökningstiden hos eleverna/gästerna, som leder till en snabbare utrymning. Detta kräver att personerna i fråga, till exempel lärare eller personal, är medvetna om sin auktoritära roll samt att de har den utbildning och träning som krävs för en effektiv utrymning.

Ett vanligt fenomen är också att personer vid utrymning väljer att gå ut samma väg som de kom in genom. Detta även om det finns betydligt närmare utrymningsvägar ut ur lokalen, men som i vardagen inte används (Frantzich, 2001). Social påverkan leder även till att personer följer en ström av människor hellre än att ensam ta en avvikande väg, trots att den är märkt som utrymningsväg. De tidigare beskrivna ledarrollerna har här ett stort inflytande på att få personer att utrymma genom de mindre uppmärksammade utrymningsvägarna som annars inte används.

För att kunna beräkna utrymningstiden har en modell tagits fram som delar upp utrymningstiden i varseblivningstid, förberedelsetid och förflyttningstid. Varseblivningstiden är den tid det tar tills personerna uppfattar att en brand uppstått, till exempel ser branden eller larmet aktiveras. Tiden det tar för personerna att bestämma sig för att utrymma benämns förberedelsetiden och förflyttningstiden är den tid det tar från att personerna börjar gå mot utrymningsvägarna tills de är ute i det fria (Frantzich, 2001).

³ Universitetslektor Daniel Nilsson, Lunds Tekniska Högskola, Föreläsning 2015-01-26.

4.2 Beräkning av utrymningstid

Som nämnts tidigare reagerar alla individer olika vid händelse av brand och därmed är även utrymningstiden individuell. För att kunna uppskatta utrymningstiden vid handberäkningar så delas utrymningen upp i tre stadier som nämnts ovan:

- Varseblivning
- Förberedelse
- Förflyttning

Summan av dessa stadier blir den totala utrymningstiden, se ekvation 1 (Frantzich, 2001).

$$t_{utrymning} = t_{varseblivning} + t_{förberedelse} + t_{förflyttning} \quad \text{ekvation 1}$$

För att utrymningen skall ske på ett säkert sätt så skall den tillgängliga utrymningstiden vara längre än den beräknade enligt ekvation 2 (Frantzich, 2001). I händelse av brand motsvarar den tillgängliga utrymningstiden tiden till kritiska förhållanden uppstår. Tidsmarginalen är skillnaden mellan tillgänglig tid till utrymning och den framräknade/simulerade utrymningstiden. En säker utrymning kan genomföras om tidsmarginalen är positiv, det vill säga om den tillgängliga tiden är större än utrymningstiden, enligt ekvation 3.

$$t_{tillgänglig} > t_{utrymning} \quad \text{ekvation 2}$$

$$t_{tidsmarginal} = t_{tillgänglig} - t_{utrymning} \quad \text{ekvation 3}$$

4.2.1 Varseblivning

Varseblivning är den tid från att branden startat tills personen blir medveten om att något inte står rätt till. Detta kan ske genom att personen upptäcker branden eller flammor, blir informerad eller på annat sätt får information om att byggnaden eventuellt behöver utrymmas (Frantzich, 2001). Om personen ser branden så bör inte varseblivningstiden vara kortare än 30 s. För de personer som inte ser branden kan varseblivningstiden bestämmas utifrån den tidpunkt då utrymningslarmet startat (Boverket 2, 2013).

4.2.2 Förberedelse

Förberedelsetiden är ett samlingsnamn för besluts- och reaktionstiden och inleds när personen blivit medveten om att något inte står rätt till. Detta steg är unikt för varje individ eftersom alla reagerar och förbereder sig på olika sätt inför en utrymning (Frantzich, 2001). Förberedelsetiden delas ofta in i två faser:

- Igenkänningsfasen, den tid det tar från larm till handling.
- Handlingsfasen, den tid som personen utför handlingar, inte just förflyttning. Denna fas kan inte beräknas utan måste uppskattas (Frantzich, 2001).

Vi beräkning av utrymningstiden tas inte hänsyn till eventuell fördelning av förberedelsetiden bland människorna, det vill säga en approximativ förberedelsetid väljs. Vid Simulex-simuleringar kan fördelningen av förberedelsetiden anges för de olika grupperna.

4.2.3 Förflyttning

Förflyttningstiden är den sista av de tre stadierna och innefattar den tid det tar för personerna att förflytta sig ut ur lokalen (Frantzich, 2001). Tiden till utrymning beror på många olika faktorer, bland annat vilka personer som befinner sig i lokalen, om personerna har behov av hjälp och deras förmåga att förflytta sig. Förflyttningstiden påverkas även av gånghastigheten som i sin tur påverkas av belysning, hjälpmedel och utrymningsskyltar. Beräkning av förflyttningstiden kan antingen utföras med handberäkningar eller datormodeller. I rapporten används datorprogrammet Simulex vid simulering av människors förflyttning, som är ett av flera datorprogram som finns för simulering av utrymning. Förflyttningstiden beräknas även med handberäkningar enligt ekvationerna i Bilaga A.

4.3 Kritiska förhållanden

Tabell 5 visar de gränsvärden som accepteras vid utrymning enligt BBRAD 3. Överskrider dessa kriterier görs bedömningen i denna rapport att en säker utrymning inte kan ske och att vidare analys krävs. Godtagbar nivå anses vara uppfylld när kriterium 1 eller 2 samt kriterium 3-5 är uppfyllda (Boverket 2, 2013).

Tabell 5. Nivå för kritisk påverkan vid analys av utrymningssäkerhet.

Kriterium	Nivå
1 Brandgaslagrets höjd, ovan golv	Lägst $1,6+(0,1*h_{rum})$ [m] ^a
2 Siktförhållanden, 2 m ovan golv	10,0 m i utrymmen > 100 m ² ^b
3 Strålningsintensitet	Max 2,5 kW/m ²
4 Temperatur	Max 80 °C
5 Strålningsenergi	Max 60 kJ/m ² ^c

^a Den enligt BBR lägsta tillåtna brandgashöjden över golvet.

^b För ytor mindre än 100 m²/vid köbildning krävs 5 m sikt.

^c Utöver strålningsnivån på 1 kW/m².

5 Teori om datorprogram

Under arbetet med rapporten utförs en hel del simuleringar av brand- och utrymningsscenarion. Dessa utförs med diverse program som finns tillgängliga för ändamålet.

5.1 Simulex

Simulex är ett datorprogram som används för att simulera utrymningsscenarion ur byggnader vid till exempel brand. I grunden beräknar endast Simulex personers förflyttning då programmet inte i någon större grad tar hänsyn till hur människan reagerar i den uppkomna situationen. I Simulex används en så kallad partikelmodell för att simulera utrymning vilken är den mest realistiska beskrivningen av en persons förflyttning. Personerna i simuleringen är försedda med en x- och y-koordinat samt en riktningsvinkel som programmet använder för beräkna förflyttning. Detta betyder att personerna kan röra sig fritt i utrymnet utan att vara låsta till ett rutnät. Simulex justerar gånghastigheten för personer beroende på avstånd till framförvarande (Nilsson, 2007).

CAD-ritningar används för att importera geometrier in i programmet, därefter kan utgångar och trappor definieras. Personer som placeras ut kan ges en mängd olika egenskaper så som val av utgång, gånghastighet och reaktionstid. De kan även ges olika fördelningar på hur snabbt de ska reagera. Fördelningarna kan väljas till slumpvis-, triangel-, och normalfördelning.

Problem som kan uppstå i Simulex är att personerna kan ha samma närmsta väg och istället för att gå till en dörr där det inte är köbildning så står de och väntar, vilket leder till större köer än vad som skulle uppstå i verkligheten. Personerna kan blockera varandra i dörröppningarna om två personer ska passera dörren samtidigt kan de fastna, vilket inte sker i verkligheten. Om personerna ska passera en hörna kan de fastna där istället för att runda hörnan som människor i verkligheten gör.

En begränsning med programmet är att Simulex inte tar hänsyn till social påverkan. Detta uttrycker sig tydligast när en grupp människor har en viss reaktionstid med standardavvikelse. I verkligheten utrymmer människor ofta tillsammans (Nilsson, 2007).

5.2 DETACT-T2

DETECT-T2 är ett datorprogram som används för att beräkna aktiveringstiden hos sprinkler och värmedetektorer. I programmet beräknas aktiveringstiden i förhållande till tillväxthastigheten där brandens effektutveckling antas tillväxa med tiden i kvadrat. Värmedetektorer och sprinklers aktiveras genom uppvärmning av känselementet, det vill säga när aktiveringstemperaturen eller temperaturstegring per tidsenhet uppnåtts (Nilsson & Holmstedt, 2007). Det indata som ska matas in i programmet är:

- Takhöjd
- Avståndet mellan detektorerna eller sprinklerna (Det radiella avståndet mellan detektor/sprinkler till branden beräknas av DETACT-T2).
- Aktiveringstemperatur och temperaturökning per tidsenhet då detektor eller sprinkler aktiveras
- RTI-värde
- Effektutvecklingens tillväxthastighet

DETECT-T2 kan även användas för att beräkna aktiveringstiden hos rökdetektorer dock blir resultatet inte lika tillförlitligt eftersom rökdetektorer aktiveras på grund av rökgaser och DETACT-T2 beräknar aktiveringstiden baserat på temperaturökning. För att kunna använda DETACT-T2 till att beräkna aktiveringstiden hos rökdetektorer antas aktiveringstemperaturen till omgivningstemperaturen plus temperaturökningen i brandgaserna. Temperaturökningen i brandgaserna antas vara 13 °C och RTI sätts till 0,5 ms^{1/2} (Nilsson & Holmstedt, 2007).

5.3 FDS

FDS står för Fire Dynamics Simulator och är en CFD modell som genom cellindelningar beräknar värmetransport i medier. Simuleringar i FDS är en uppskattning av verkligheten och inget facit på hur brandscenarier ser ut i verkligheten. Cellernas storlek har stor betydelse för beräkningar i FDS, förenklat kan sägas att desto mindre storlek på cellerna, desto bättre resultat. Dock resulterar detta i längre simuleringstid, vilket är den stora begränsningen vid FDS-simuleringar. Då cellstorleken skall passa med angränsande områden och väggar sker vissa förenklingar av geometrin i simuleringarna, till exempel avstånd och material⁴.

Pyrosim är ett användarvänligt program som används för att bygga upp FDS-modeller. När ett objekt ritas upp i programmet syns det visuellt och programmet producerar även en FDS-kod som går att använda sig av vid simulering. Det går även att lägga in utrustning så som detektorer och slice files (PyroSim, 2014).

Smokeview är ett datorprogram som används för att utvärdera FDS-simuleringar. Med detta program kan en bild på geometrin visas. Simuleringen kan även spelas upp visuellt med slice files och rökfylldnad (Forney Glenn P., 2015).

⁴ Dr. Phil Rubini, Hull University, Föreläsning-CFD, 2015-03-27

6 Grovanalys

Nedan följer en grovanalys över möjliga brandscenarier i Tryckeriet 14 samt metod för hur dessa scenarier sedan värderas för att presenteras i en riskmatris. Innan identifieringen och värderingen av brandscenarierna presenteras bakgrundstatistik samt observationer vid besöket på Tryckeriet 14.

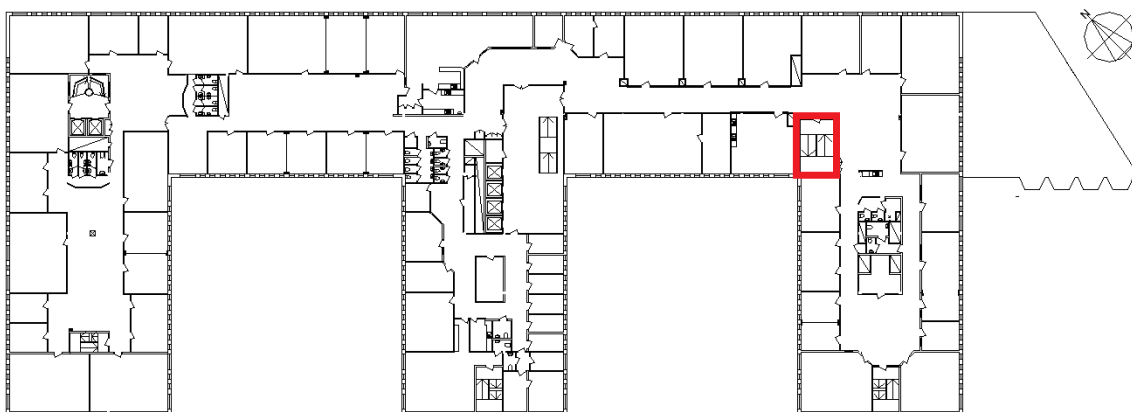
6.1 Observerade problem i befintligt brandskydd och i brandskyddsrutiner

Vid besöket observerades möjliga problem med verksamheternas brandskydd och brandskyddsrutiner, som eventuellt hade kunnat leda till ett brandtillbud och skada personer i byggnaden.

Huset är inte anpassat för personer med funktionsnedsättning, som till exempel rullstolsburna. En byggnad som är tillgänglig för alla borde även vara frångänglig för alla, vilket inte uppfylls på Tryckeriet 14 i dagsläget.

På Sprint-gymnasiet startades brandlarmet under platsbesöket, antingen på grund av manuell aktivering eller medvetet utlösande av rökdetektor. Rutinerna verkade då vara bristfälliga.

Utrymningen tog lång tid, en utrymningsväg var svår att öppna och en lärare gick mot strömmen i utrymningsvägen och försökte ställa upp en branddörr som aktiverats. En del av ett trapphus kopplat till våningen var avstängt med avspärrningsband på grund av vandalisering, se Figur 37, detta skapar osäkerhet ifall det är acceptabelt att utrymma igenom. Avspärrningen berodde på att någon slagit sönder väggen i trapphuset mellan våningsplan 5 och plan 6, se Figur 36.



Figur 36. Ritning över trapphus som blivit utsatt för skadegörelse mellan våningsplanen 5 och 6.



Figur 37. Avspärrat trapphus.

I Lernia SFI-skolans lokaler noterades lappar med texten "Stopp" på deras utrymningsdörrar. Figur 38 visar hur skylten på dörren som leder till utrymningsväg i trapphuset ser ut. Texten ovanför stoppskylten är "OBS! Dörren larmad! Endast nödutgång!". Branddörren från Lernia SFIs lokaler till det stora trapphuset stod vid besöket uppställd med en stor krukväxt vilket kan leda till brandgasspridning mellan brandceller.



Figur 38. Skylt som sitter på dörren till en av utrymningsvägarna i Lernias lokal

Vid besöket i köket i matsalen noterades en oöversedd, påsatt spis som "skulle användas senare, så den ska vara på" enligt en i kökspersonalen. Värmen från spisen var påtaglig när man gick förbi. Stekbord är utrustade med punktsprinkler med manuell aktivering som personal på plats inte verkade vara helt säkra på hur de aktiveras. Det förekommer dessutom ibland tillfällig personal i köket som inte kan antas känna till alla säkerhetsrutiner. Figur 39 visar aktiveringsanordningen för punktsprinklerna.



Figur 39. Aktiveringsanordning för punktsprinklers till stekbord och spis.

På våningsplan 2 vid omklädningsrummen noterades ingen rökdetektor i utrymmet mellan trapphus och omklädningsrum.

Eftersom utrymningslarmen mellan verksamheterna i byggnaden inte är sammankopplade med varandra, noteras inte övriga eller närliggande skolor att rökdetektorn på en annan skola aktiveras. Aktiveras utrymningslarmet i en verksamhet är det endast dessa som blir varnade. Detta leder därmed inte till att angränsande verksamheter eller verksamheter längre upp eller ner i byggnaden blir varse om eventuell brand. Vid telefonintervjun med verksamheternas brandskyddsansvariga har flera uttryckt sin önskan över att utföra en gemensam brandövning i huset.

Vid ett samtal med brandskyddsansvariga på en av gymnasieskolorna i byggnaden, berättades det att elever och lärare sällan använder närmaste utrymningsväg under brandövningar.

Om detektorerna i huvudtrapphuset aktiverar, går inget utrymningslarm i detta utrymme utan aktiverar istället ett utrymningslarm i Lernias lokaler, på våningsplan 4.

6.2 Statistik för anlagda skolbränder

Nedan presenteras statistik från MSB:s databas IDA samt statistik från en studie utförd av SP. Statistiken används som underlag för att värdera riskscenarier mellan varandra.

6.2.1 Statistik från MSB

MSB för statistik över insatser och brandorsaker. För brand i skolor finns det mycket statistik att tillgå, och den klart vanligaste orsaken till att en brand uppstår är anlagda bränder.



Figur 40. Statistik från MSB, över brandorsak till skolbränder (MSB, 2015)

Antalet bränder i eller anslutning till skolor har dock minskat de senaste åren. Det högsta antalet räddningsinsatser för brand i skolor var 787 stycken år 2008. Under år 2013 var samma siffror nere på 378 stycken enligt Figur 40 (MSB, 2015).

I Tabell 6 rangordnas olika typer av information från räddningstjänstens insatser under åren 1998-2013, för brand i skola. Statistiken är tagen från MSB:s databas IDA och visas mer detaljerat i Bilaga F och kräver inloggning för att nås.

Tabell 6. MSB:s statistik över skolbränder inomhus under åren 1998-2013 (MSB, 2015).

MSBs statistik	Högst antal insatser, i rangordning
Vanligaste startutrymmen	Korridor Samlingslokal Badrum/toalett Utanför byggnaden
Vanligaste brandorsaker	Anlagd med uppsåt Tekniskt fel Barns lek med eld Glömd spis
Startföremål	Papper/kartong Byggnadens utsida Lös inredning Spis
Omfattning av brand vid ankomst	Brand släckt/slocknat Endast rökutveckling I startföremålet I startutrymmet
Brandens totala omfattning	I startföremålet I startutrymmet

6.2.2 Statistik från rapport av SP

SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut har i samarbete med Brandforsk utfört en rapport om anlagda bränder i skolor *Dimensionerande brand: anlagda bränder*, se Tabell 7 (Klason et al, 2010). Enligt fallstudien i rapporten är vanliga antändningskällor papperskorgar, för anlagda bränder inomhus i skolor. Studien säger också att de vanligaste startutrymmena för anlagda bränder i skolor är i korridorer och på toaletten.

Utifrån SPs rapport uppges det även att de flesta anlagda bränder på skolor inträffar kring lunchtid. Det anges även att antalet anlagda skolbränder egentligen är fler än vad som rapporterats och ingår i MSB:s statistik.

Rapporten anger också att brandspridning inomhus är mindre vanlig, speciellt då brandcellsindelningen och brandcellsgränserna oftast är korrekt utförda.

Tabell 7. Bakgrunden till de vanligaste brandscenerierna till anlagda skolbränder inomhus (Klason et al, 2010).

SPs studie	
Vanligaste antändningskällor	Papperskorg
Vanligaste startutrymmen	Korridor Toalett
Vanligaste tid	Lunchtid
Brandens omfattning	Inom brandcellen

6.3 Metod för grovanalys

Möjliga scenarier diskuterades under studiebesöket på Tryckeriet 14. Varje scenario bedöms enskilt, dels med avseende på konsekvens vid händelse av brand och dels med avseende på sannolikheten att händelsen uppstår. Bedömningen av varje scenarios konsekvens består först av att konstatera att brand uppstår. Det bedöms sedan till vilken skadenivå som det tänkta scenariot kan tänkas resultera i, ur ett personskadeperspektiv. Bedömningen av varje scenarios sannolikhet är värderat relativt varje scenario med stöd från statistik och observationer presenterad ovan. Ett scenario med en hög klassad sannolikhet är därmed inte direkt bedömd att ha hög sannolikhet att inträffa i vardagen, utan att den har högre sannolikhet att inträffa jämfört med de övrigt presenterade scenarier. Presentationen över de värderade riskerna görs i form av en riskmatris.

Bedömningen görs utifrån följande mall och rangordnas enligt respektive skala från 1-5:

Konsekvens - skala:

1. Utrymning försvåras utan personskada
2. En utrymningsväg blockeras
3. En utrymningsväg blockeras och personer skadas lindrigt
4. En eller flera utrymningsvägar blockeras och personer skadas medel/svårt
5. Flera utrymningsvägar blockeras och personer kan omkomma

Sannolikhet - skala:

1. Minimal sannolikhet
2. Låg sannolikhet
3. Medelhög sannolikhet
4. Hög sannolikhet
5. Mycket hög sannolikhet

6.4 Grovanalys av möjliga scenarier

Kvantitativ riskuppskattning av möjliga scenarier på Tryckeriet 14, utifrån tidigare beskrivna skalor. Nedan listas scenarierna från nedre plan av byggnaden och uppåt.

A) Omklädningsrum i källaren

Anlagd brand i träskivor som förvaras utanför omklädningsrum på källarplan. Detta leder till rökfyllnad av den enda utrymningsvägen för personer i omklädningsrummen.

Sannolikhet: 1

Konsekvens: 3

Sannolikheten för brand nere i slussen utanför omklädningsrummen på källarplan är liten då platsen sällan används. Bristen på brännbart material gör också att sannolikheten är lägre för att någon skulle kunna lyckas med att anlägga en brand. Ingen rökdetektor finns i omklädningsrummet och ingen extra utrymningsväg för personer som vistas här. Konsekvensen blir därigenom relativt hög, personer förväntas skadas medelsvårt.

B) Djurgymnasiet-djuravdelning

Brand i hö, halm eller foder, se Figur 41 och Figur 42, på grund av tekniskt fel eller anlagd brand. Snabb brandutveckling och rökgasspridning. Blockerar troligen en av tre utrymningsvägar.



Figur 41. Ett av rummen där förvarar bland annat foder.



Figur 42. Rummet där de förvarar hö och halm.

Sannolikhet: 1
Konsekvens: 2

Sannolikheten för en anlagd brand på djurgymnasiet bedöms vara minimal då medvetenheten kring brandsäkerheten är hög bland både elever och lärare med klara rutiner och så vidare. Risken för tekniskt fel i ett av rummen där foder och hö förvaras bedöms också vara minimal då förekomsten av teknik inte finns i dessa utrymmen. Resultatet av en brand här bedöms uppnå skala 2 av 5 då endast en utrymningsväg blockeras och inga personer förväntas komma till skada.

C) Refis verkstad

Brand i lokalen, se Figur 43, under pågående verksamhet. Svetsloppa antänder lättantändligt material under svetsning som sker i ett separat rum.



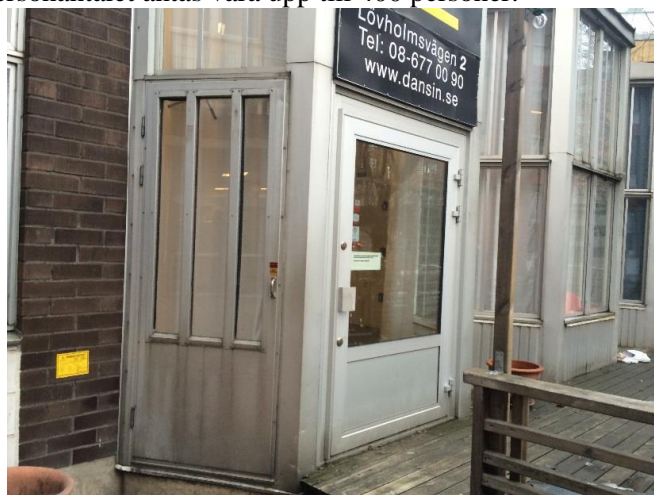
Figur 43. Refis verkstad.

Sannolikhet: 1
Konsekvens: 1

Sannolikheten för att en brand ska starta i Refis verkstad anses vara minimal då organisationen och ordningen i lokalen bedöms vara bra, det antas att elever och personal är extra uppmärksamma på svetsloppa som tändkälla. Konsekvensen anses låg eftersom svetsning sker endast när någon befinner sig i rummet och därmed kommer en eventuell brand upptäckas innan risk för personskada uppstår.

D) Dansbandsklubben – Dans in

Skynkena på scenen kommer att börja brinna på grund av elfel, lampor med mera eller brand i tillfällig garderob på grund av osläckt cigarett i fickan på en inhängd jacka. Detta leder till att huvudingången till dansbandsklubben blockeras och på grund av de uppsatta skynkena så skymms en av tre utrymningsvägar. Personerna på klubben väntas då vilja utrymma via utgången som leder ut på altanen, se Figur 44. Personantalet antas vara upp till 400 personer.



Figur 44. Altanen som två av utrymningsvägarna leder ut till.

Sannolikhet: 3

Konsekvens: 4

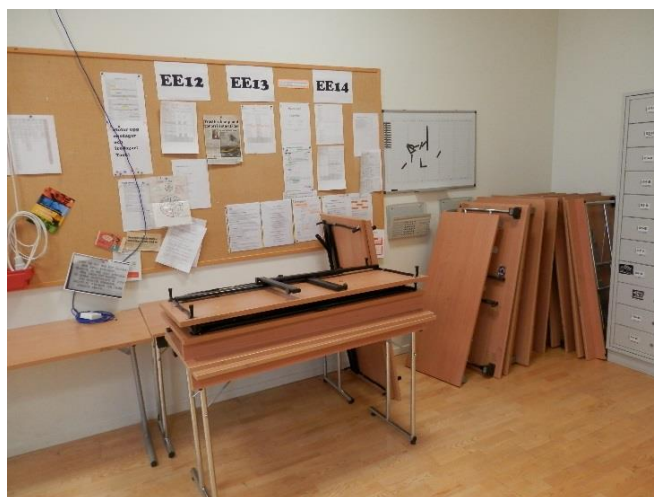
Sannolikheten bedöms som medelhög då det finns mycket teknisk utrustning på och runt om scenen som kan ge upphov till hög värme, se Tabell 6 över MSB:s statistik. Konsekvensen bedöms till 4 av 5 på skalan då det befinner sig mycket människor i lokalen som alla måste utrymma genom en utrymningsväg. Risk för personskador finns.

E) Praktiska – El- & energiprogrammet

Dörren till denna lokal står ofta öppen ut till huvudentrén till byggnaden enligt Figur 45. Om en brand uppstår här så kommer brandröken troligen att spridas till huvudentrén och på så vis blockera denna utrymningsväg. Eftersom brandlarmen inte är sammankopplade så kan det dröja innan elever och personal på våningarna ovan får reda på att det brinner. Det brännbara i denna lokal är främst träbord, se Figur 46.



Figur 45. Entrédörr till Praktiska El- & energiprogrammet.



Figur 46. Några av borden i lokalen som är uppställda mot en av väggarna.

Sannolikhet: 1
Konsekvens: 3

Relativt de övriga scenarier anses brand inne på Praktiska skolan vara av minimal sannolikhet främst på grund av bristen på lättantändligt material. Personal har även kontor med glasfönster ut till lokalen vilket minskar risken för skadegörelse i form av anlagd brand just där. Sannolikheten uppskattas därför till att vara minimal, värde 1 på skalan. Resultatet av en brand bedöms dock vara av värdet 3 då en viktig utrymningsväg blockeras och folk förväntas skadas lindrigt på grund av inandning av rökgaser.

F) Kök/matsal

Brand som startar i ugn eller på stekbord under lunchtid. Mycket folk i lokalen. Stekbord är utrustade med punktsprinkler, se Figur 47, med manuell aktivering som personal på plats verkar ha dålig koll på hur de aktiveras.



Figur 47. Punktsprinklers ovanför stekbord.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 1

Vid besöket noterades en oövertygad, spis som var igång ”skulle användas senare, så den ska vara på” enligt en av kökspersonalen. Det förekommer dessutom tillfällig personal i köket som inte kan antas känna till alla säkerhetsrutiner. Sannolikheten bedöms vara medelhög för att brand ska uppkomma på kökets stekbord under lunchtid då baserat på statistiken från MSB, Tabell 6. Konsekvensen för en brand bedöms som väldigt låg, detta eftersom området vid stekbordet är fritt från brännbart material. Köket var vid besöket i bra ordning men en utrymningsväg var blockerad av vagnar med matvaror.

G) Praktiska Verkstad

Brand i sopkärl som i utrymningsvägen enligt Figur 48, varav branden kommer blockera utrymningsvägen. Relativt snabbt brandförlopp. Brand i trälagring leder till blockerad utrymningsväg samt blockeras utrymningsväg för Djurgymnasiet. Problemet är att Djurgymnasiet inte blir larmade att brand uppstår i verkstaden.



Figur 48. Sopkärlet vid utrymningsvägen där branden uppstår och kommer därmed blockera utrymningsvägen.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 2

Sannolikheten för brand bedöms som låg då verksamheten verkade ha bra koll på rutiner och det var bra ordning i lokalen vilket ger sannolikheten 2 på skalan. Konsekvensen bedöms till 2 av 5 på skalan då branden skulle blockera en utrymningsväg. Risk för personskador ses som begränsad eftersom det befinner sig få personer i lokalen.

H) Lernia-SFI

Antändning av stoppade möbler. Anlagd eller tekniskt fel vid eluttag. Dörren är uppställd med en stor krukväxt enligt Figur 49 och rök kommer spridas till trapphuset som är utrymningsväg för alla våningar. Detta försvårar utrymning även för de våningarna ovan.



Figur 49. Dörren som är uppställd med en krukväxt vilket resulterar i brandgasspridning i huvudtrapphuset.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 3

Sannolikheten för uppkomsten av en brand inne på Lernia SFI, Svenska För Invandrare, antas vara låg då det är en vuxenutbildning och det inte är troligt att dessa skulle starta en brand. Tekniskt fel eller liknande är relativt sätt mer troligt med samma grund som tidigare presenterad statistik från MSB, se Tabell 6. Konsekvensen av en brand inne på Lernias skola är uppskattad till att blockera en utrymningsväg och att personer antas ta lindrig skada. Denna uppskattning görs eftersom en brand i denna lokal skulle bidra till en rökspridning ut till det stora trapphuset. På så sätt skulle eventuellt flera våningar kunna påverkas av branden, detta bidrar till värdet 3 på konsekvensskalan.

I) Didaktus gymnasieskola

Elfel i godisautomat, anlagd brand i papperskorg eller anlagd brand på toaletterna i närheten av huvudentrén, se Figur 50. Detta skulle leda till att huvudentrén rökfylls och därmed blockeras huvudutrymningsvägen. Utrymningstiden kommer troligen att ta längre tid eftersom personerna förmodligen kommer leta sig till huvudingången för att utrymma, detta kommer som sagt inte vara möjligt på grund av rökfyllnad.



Figur 50. Godisautomaten och papperskorg där anlagd brand kan uppstå.

Sannolikhet: 2

Konsekvens: 2

Sannolikheten för att ett brandscenario ska inträffa som leder till rökfyllnad av Didaktus gymnasieskola huvudentré anses vara relativt låg, 2 av 5 på tidigare presenterad skala. Även om placeringen av de tänkta brandkällorna är placerade i en korridor så är platsen så pass central för förbipasserande att anlagd brand här anses vara av låg sannolikhet. Konsekvensen för detta scenario bedöms vara 2 av 5 på skalan. Detta då huvudentrén blockeras som utrymningsväg konstateras att ingen kommer till skada då detta är en relativt öppen plats där många passerar och där eventuell rökutveckling kan tänkas uppmärksammas tidigt.

J) Sprint-gymnasiet

Anlagd brand i sopkärl, se Figur 51, för papper som kan leda till ett snabbt brandförlopp och snabb rökfyllnad. En av tre utrymningsvägar blockeras och rökfyllnad sker mot huvudentré. Ett problem som uppstår är att Futurum-gymnasiet som ligger på samma våning samt de verksamheter som ligger på planen nedanför inte larmas. Detta leder till fördröjning av utrymning för dessa verksamheter.



Figur 51. Sopkärlen som det brinner i på Sprint-gymnasiet.

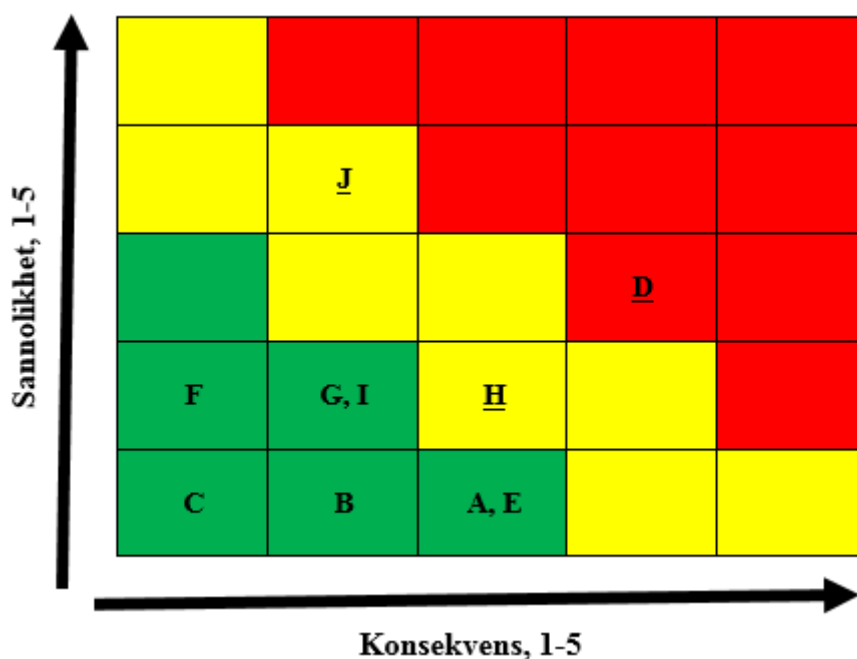
Sannolikhet: 4

Konsekvens: 2

Relativt de övriga scenarierna anses sannolikheten för detta scenario vara hög enligt skalan, värde 4. Bakgrunden till detta är observationerna vid besöket, tillsammans med historien av skadegörelse i anslutning till Sprint-gymnasiet. Att en anlagd brand startar i korridor är dessutom en relativ vanlig plats enligt SPs rapport om anlagda bränder i skolor (Klason et al, 2010) samt enligt MSB:s statistik, Tabell 6. Konsekvensen bedöms till 2 av 5 på skalan då en utrymningsväg blockeras men branden bedöms inte leda till personskador.

6.5 Riskmatris

Nedan presenteras en riskmatris som visar förhållandet mellan brandscenarierna relativt sannolikhet och konsekvens.



Utifrån den presenterade riskmatrisen väljs följande scenarier ut för att analyseras vidare då de är händelser med högst potentiell risk att inträffa. Definition av potentiell risk bestäms vara de scenarier som placeras högst upp till höger i presenterad matris ovan.

- Scenario D **Scenbrand på Dans In**
- Scenario J **Brand i sopkärl på Sprint-gymnasiet**
- Scenario H **Soffbrand på Lernia SFI**

Dessa scenarier utvärderas vidare nedan.

6.6 Enkla åtgärder för ej vidare utredda scenarier

Förebygga anlagda bränder

Relativt sätt varandra bedöms de övriga scenarier innebära acceptabla risker. En övergripande åtgärd för de övriga scenarier är därför ett kontinuerligt förebyggande arbete på skolorna för att undvika skadegörelse. Åtgärder *bör* fokuseras på brandskyddsfrågor för både lärare och elever samt upprätthållandet av brand- och ordningsrutiner krävs för att minimera risken för uppkomst av brand.

Trapphusen i varje ände av våningsplanen som endast är till för utrymning *bör* uppmärksammas vid varje utrymningsövning så att utrymning kan ske snabbare och säkrare. Trapporna kan till exempel provgås för att elever och personal ska bli bekanta med att detta är en möjlig utrymningsväg. Förebyggande brandskyddsarbete och att uppmärksamma utrymningsvägar är åtgärder som gäller för att undvika de flesta av de tidigare presenterade scenarierna.

Inga uppställda dörrar mot trapphuset

Personalen på skolorna *bör* säkerställa att branddörrarna hålls stängda för att undvika rökgasspridning till trapphus vid brand.

Brandrondering för matsalspersonal

Stekbordets egna punktsprinklers *bör* testas så att personalen får se hur sprinklerna fungerar och hur det går till när de aktiveras. En enkel variant är att kontinuerligt ha genomgående brandronderingar för ny och gammal personal.

Djurgymnasiet

Elektrisk utrustning som installeras i rummet där hö och foder förvaras *bör* vara CE-märkta och vara av IP-klass 54, på grund av att dammängden från hö och foder kan leda till antändning om fel elutrustning används. Belysningen som installeras *bör* vara märkta med symbolen D, vilket betyder att ytemperaturen maximal får uppgå till +90 °C vid normal drift (Lantbrukets brandskyddskommitté, 2011). Detta för att minimera risken för tekniskt fel som kan starta en brand.

Installera rökdetektor utanför omklädningsrum

Rökdetektor *bör* installeras i utrymmet mellan omklädningsrum och trapphus. För att minimera uppkomst av brand här *bör* även utrymmet vara fritt från brännbart material.

Nedan utvärderas de tre värsta tänkbara scenarier som kan inträffa i byggnaden Tryckeriet 14, brand på dansbandsklubben Dans In, brand i korridor på Sprint-gymnasiet samt brand i foajén på Lernia SFI.

7 Riskanalys – Scenbrand på Dans In

Nedan utvärderas ett möjligt scenario i Tryckeriets matsal som under helgkvällar möbleras om till en dansbandsklubb. Här går att läsa beskrivning av scenariot, vad som kan tänkas brinna samt hur lång tid det tar till kritiska förhållanden innan personerna i lokalen antas ta skada. I slutet på detta kapitel presenteras resultat för eventuell brand samt åtgärdsförslag.

7.1 Beskrivning

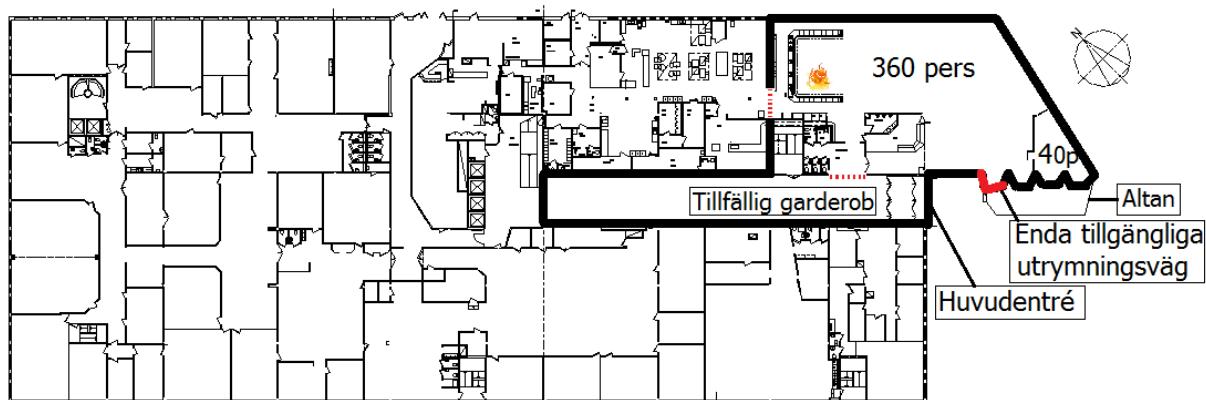
I skolmatsalen anordnas flera olika evenemang på kvällar och helger. Däribland dansbandsklubben Dans In, bröllopfester och andra fester. I detta scenario har brandförlopp för Dans In valts för utvärdering. Inför dessa events flyttas en stor del av matsalens inredning som stolar och bord, ut i foajén för att ge plats till dansgolv och scen. I foajén, utanför matsalen öppnas även en tillfällig garderob med plats för cirka 400 jackor. Inne i matsalen hängs ett tygskynke upp bakom scenen, för att avskilja matsalsdelen från köket. En bar öppnar vid ingången där försäljning av alkohol sker.

Den brand som väljs att representera ett scenario i matsalen är en brand vid scenen. Den antas starta i en högtalare och sedan sprida sig till närliggande skynke. I beräkningar antas att ingen släckinsats påbörjas tidigt i brandförloppet.

Detta scenario leder till blockering av två utrymningsvägar, branden antas alltså blockera utrymningsvägen ut igenom huvudentrén via foajén samt den genom köket, se streckad markering i Figur 52. De 400 gästerna som antas befinna sig i lokalen, måste därför utrymma ut över altanen. Här finns det två dörrar tillgängliga med en total dörrbredd på 2,5 meter. Det här kan ses som ett konservativt antagande då en del människor troligen utrymmer genom foajén vid brandens start eftersom rökgasspridningen ut i foajén vid denna tidpunkt inte blivit påtaglig. Dock utrymmer flertalet av människorna ut över altanen och därmed tas inte hänsyn till rökgasspridningen ut i foajén. När rökdetektorerna utlöser och utrymningslarmen aktiveras, tänds lamporna i taket och musiken antas stängas av.

Då korridoren som den tillfälliga garderoben placeras i, är väldigt luftig med högt i tak anses en brand vid scenen i danssalen som en större potentiell fara för gästerna. Därför kommer en eventuell brand i den tillfälliga garderoben inte undersökas närmare.

PLAN 3 Dans In 400 pers



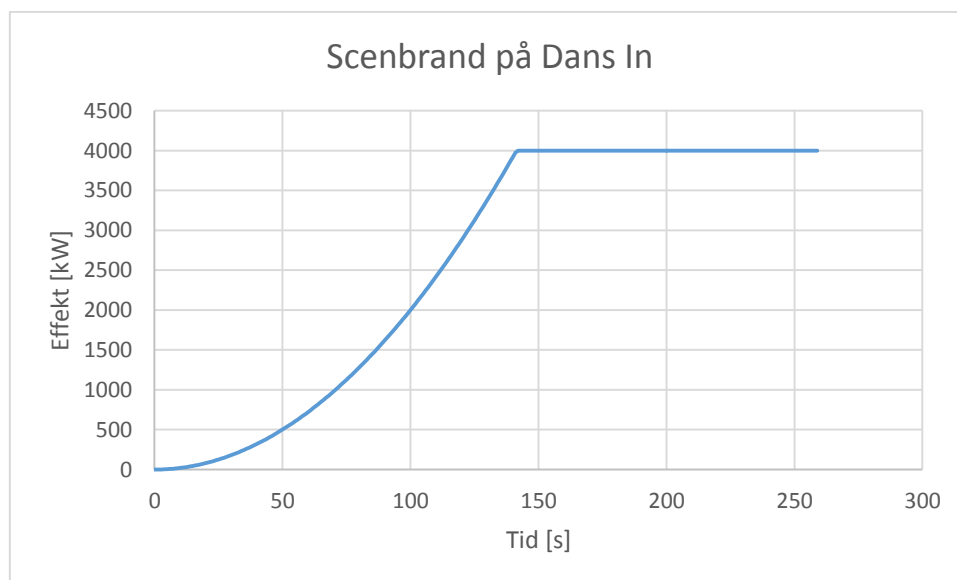
Figur 52. Våningsplan 3 där branden i dansbandklubben Dans In uppstår. Antalet personer är utsatt och totalt befinner sig 400 personer i lokalen.

7.2 Brandförlopp

Den tänkta branden för detta scenario symboliseras av brand i gardin som sprids till förvaringslådor av plast. Elektronisk utrustning och instrument förvaras vanligen i hårda plastväskor som antas ligga på scenen intill de långa skynkena. Tester på gardiner av olika material har utförts av SP, där akryl är den som ger högst brandeffekt. Därför har värden från denna typ av brand valts för brandscenario vid scenen i matsalen.

Resultatet av brand i akrylgardin nådde sin maxeffekt vid 1500 kW (Särdqvist, 1993). Scenariots brand är beräknad motsvara brandeffekten av dubbla akrylgardiner, det vill säga 3000 kW för att representera de långa skynkena runt hela scenen. Även brandeffekt för 2 kvadratmeter ”Standard plast” ingår i det tänkta brandförloppet baserat på tester av FM Global (Wu, 2005). Med gardiner och plast som antagen brandbelastning antas scenariots brandförlopp uppnå en effekt på 4000 kW, med en uppskattad brandtillväxthastighet på α -värdet 0,047 (fast). Det antas att branden sprider sig till övrig förvaring på scenen samt till scen-konstruktionen vilket håller brandeffekten på en konstant nivå.

Effektutvecklingen för valda material är tagna för fritt brinnande objekt. En alfa t^2 -kurva antas för brandutvecklingen, enligt Figur 53.



Figur 53. Framtagen effektkurva för brand bestående av gardiner och förvaringslådor av plast.

Maximal effektutveckling: $2 \cdot 1500 \text{ kW} + 2 \cdot 500 \text{ kW} = 4000 \text{ kW}$

Tillväxthastighet, α -värde: 0,047 (fast)

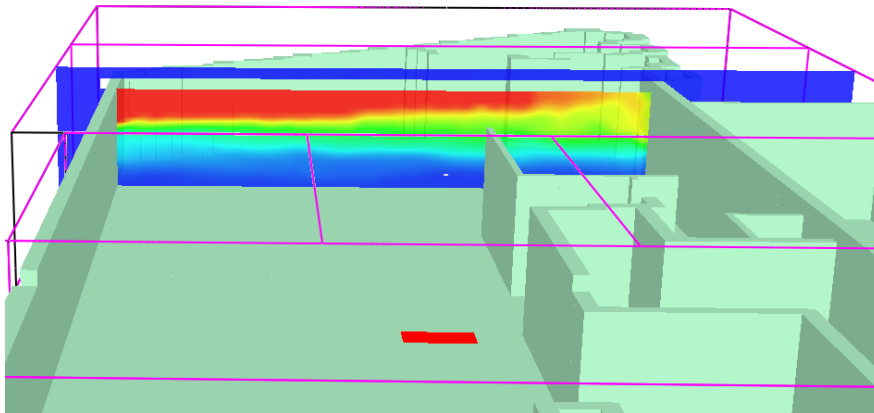
Bakgrund till värdena för effektkurva är specificerade i Bilaga E.

7.3 FDS-simuleringar

För att undersöka tid till kritiska förhållanden för sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd utfördes en FDS-simulering för scenariot i Dans In. Datorprogrammet Pyrosim användes för att rita upp geometrin i Dans In och placera ut slice files som senare utnyttjades för att utvärdera resultatet. Detektorn närmast branden lades också in för att ta reda på hur lång tid det tog för detektorn att aktivera. På grund av begränsningar i FDS, beskrivna i teorin, utfördes flera förenklingar gällande geometrin. Dessa förenklingar och andra antaganden redovisas i Bilaga B och FDS-kod för scenariot finns i Bilaga H.

7.4 FDS-resultat

I resultatet redovisas tid till detektoraktivering och tid till kritiska förhållanden i Dans In. Tid till detektoraktivering bestämdes med hjälp av utdata från FDS-simuleringen och tid till kritiska förhållanden bestämdes visuellt med hjälp av slice files i Smokeview, se Figur 54.



Figur 54. Slice files från Dans In när kritiska förhållande för temperatur uppnås.

Tid till detektoraktivering användes vid utrymningsberäkningar, som följer i nästa avsnitt. Kritiska förhållanden uppnås då både sikten och brandgaslagret når kritiska nivåer vid huvudhöjd och i anslutning till närmaste utrymningsväg. Tabell 8 visar att dessa nivåer uppnås i princip samtidigt och att tiden till att temperaturen når kritiska nivåer är mer än dubbelt så lång. Därmed styr sikten och brandgaslagrets höjd när kritiska förhållanden uppnås.

Tabell 8. Resultat från FDS-simulering i Dans In.

Grundscenario	Tid till detektoraktivering [s]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Tid till kritisk temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
Dans In-Fast	30	130	300	130

För att validera resultatet för sikten utfördes handberäkning och dessa stämde bra överens med resultatet i FDS. Handberäkningar för sikten redovisas i Bilaga C.

Handberäkningar genomfördes för strålningsintensitet på Dans In. Kritiska nivåer uppnåddes efter att kritiska nivåer för temperatur hade infriats och ses därför inte som en parameter som kommer påverka resultatet. Beräkningar redovisas i Bilaga D.

7.5 Utrymningstid

Nedan ges en ingående beskrivning av de olika delarna som ingår i utrymningstiden och hur dessa tas fram för detta scenario.

7.5.1 Indata

Vid beräkning av utrymningstiden för Dans In används indatavärdena i Tabell 9. Var dessa indataparametrar är tagna från presenteras nedan under avsnitten 0-0.

Tabell 9. Indatavärdena som används vid Simulex-simuleringarna samt vid handberäkningar.

Indata Grundscenario	Dans In Handberäkningar	Dans In Simulex-simulering
Antal personer	400 st ^a	400 st ^a
Varseblivningstid	30 s	30 s
Förberedelsestid	60 s ^c	30 s, 45 s, 60 s ^b
Dörrbredd	2,3 m	2,3 m
Avstånd mellan brand & närmsta detektor	3,5 m	-
Gånghastighet	0,9 m/s	0,9 m/s
Personflöde	1,3 p/sm ^d	-
$t_{g\ddot{a}ng}$	3,9 s	-
$t_{d\ddot{o}rr}$	144,9 s	-

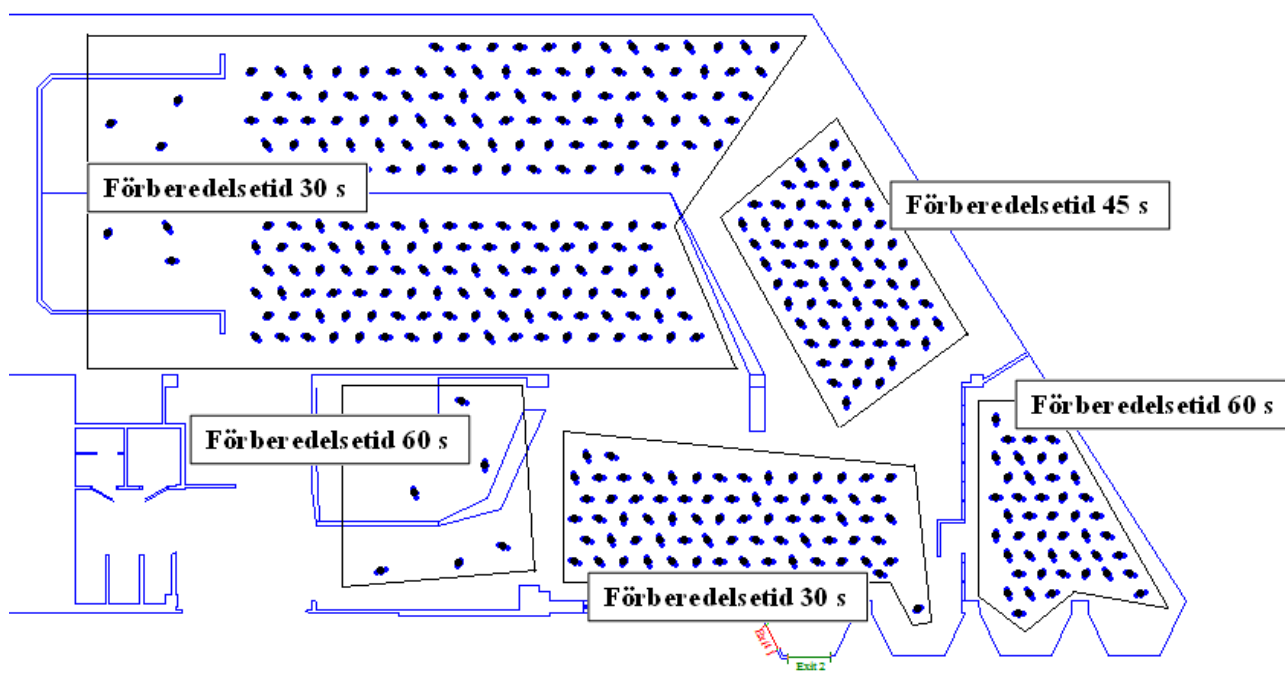
^a Fördelningen av personerna i lokalen visas i Figur 52.

^b Fördelningen av förberedelsestiden visas i Figur 55 och är hämtad ur en finsk studie där experiment på utrymningstid utförts (Rinne et al., 2010).

^c Förberedelsen sätts till 60 s vid handberäkningarna för att vara konservativa.

^d Personflödet genom utrymningsvägen i Dans In är hämtad ur en finsk studie där experiment på utrymningstid utförts (Rinne et al., 2010).

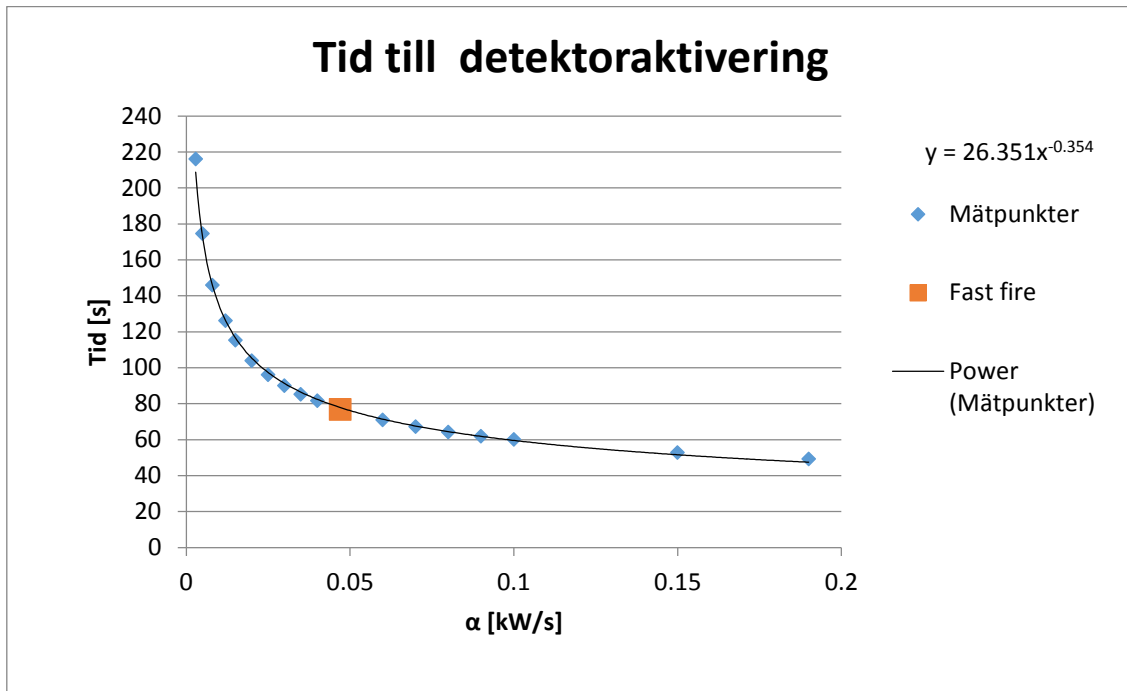
Olika grupper av människor är satta till att ha olika förberedelsestider, vilka presenteras i Figur 55. Varför grupperna är satta till att ha olika förberedelsestider beskrivs närmare under avsnitt 7.5.3.



Figur 55. Fördelning över människorna som befinner sig i Dans In.

7.5.2 Varseblivningstid

I matsalen och köket är den närmsta detektorn utplacerade i taket cirka 5 m från den tänkta branden. När aktivering sker så uppfattar personerna i lokalen att något är fel, det vill säga igenkänningsfasen. Snart därefter inleds handlingsfasen där personerna börjar förbereda sig för utrymning. Enligt beräkningar med DETACT-T2 erhålls varseblivningstiden för detta scenario efter drygt 1 minut, för en brand med tillväxthastighet fast. DETACT-T2 beskrevs tidigare under avsnitt 0. I Figur 56 markeras denna snabba tillväxthastighet med en rektangel.



Figur 56. Analytiskt samband mellan detektionstid och tillväxthastighet, α för detektorn enligt DETACT-T2. Kvadraten representerar detektionstiden för en brand med tillväxthastigheten fast.

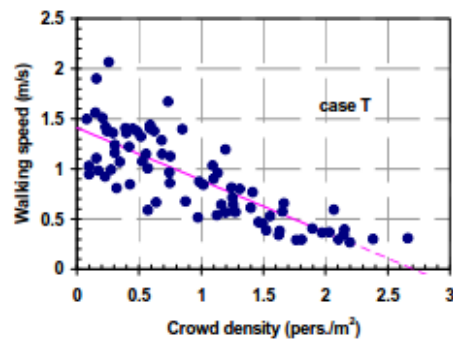
Simuleringarna i FDS visade på en detektoraktiveringstid efter 30 sekunder. FDS tar hänsyn till sotproduktionen vilket är den faktor som får den optiska ljusspridningsdetektorerna till att aktivera. Som nämnts tidigare under avsnitt 0 är DETACT-T2 framtagen för att beräkna aktiveringstid hos sprinklers och värmedetektorer och tar därmed inte hänsyn till sotproduktionen. Detektortiden på 30 sekunder från FDS-simuleringen kommer därför användas vid beräkning av utrymningstiden.

7.5.3 Förberedelsetid

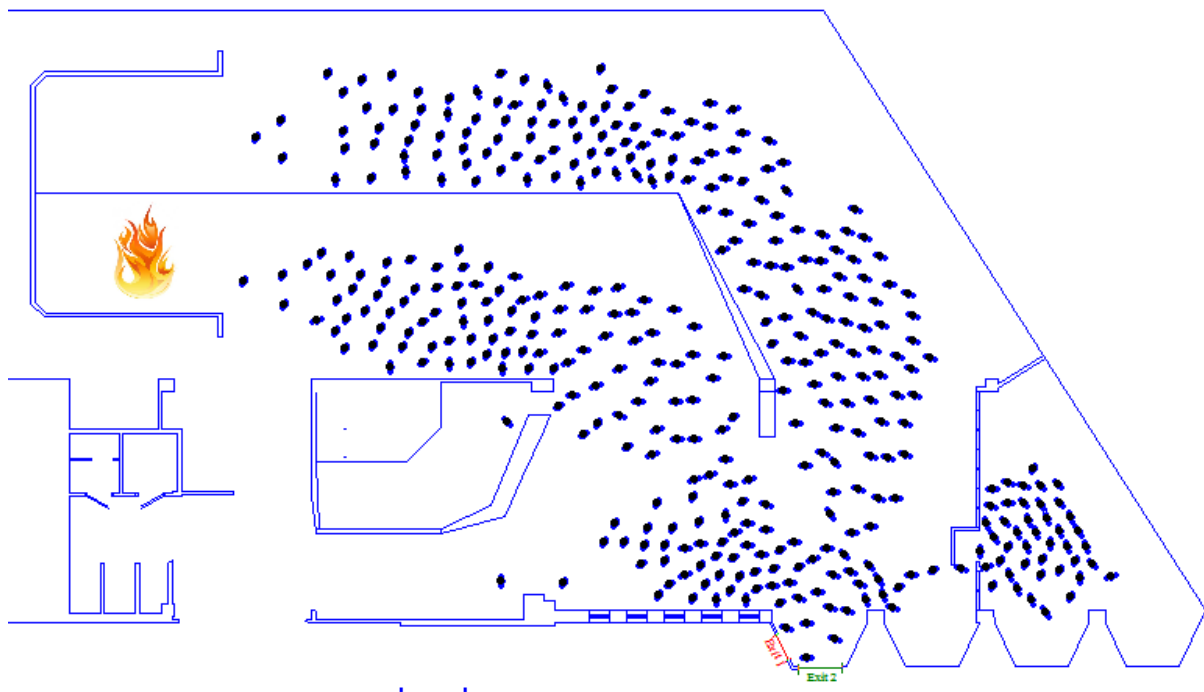
Tiderna har tagits utifrån försök från SFPE (Walton, 2002) och förslag på förberedelsetid enligt BBR21. Förberedelsetiden i Dans In varierar mellan 30-60 sekunder. Förberedelsetiden för personerna som befinner sig i det mindre rummet i lokalen, nära utgången sätts till 1 minut. Detta då de inte anses se när de andra gästerna utrymmer på grund av att det är mörkt i lokalen, samt att de antas vara alkoholpåverkade. Gästerna som befinner sig närmst scenen där branden uppstått antas utrymma ganska snart efter att brandlarmet aktiverats och tiden sätts därför till 30 sekunder (Rinne et al., 2010). Personalen anses ha mer ansvar och stannar tills de ser att gästerna börjat utrymma, innan de själva utrymmer och därmed sätts förberedelsetiden till 60 sekunder.

7.5.4 Förflyttningstid

Förflyttningstiden har beräknats med hjälp av datorprogrammet Simulex och dessa värden kontrollerades sedan med hjälp av handberäkningar. Gånghastigheten vid simulering sattes till 0,9 m/s då personantalet är 1,3 p/m². Detta värde är hämtat ur en finsk studie där experiment på utrymningstiden har genomförts för en konsert i en ishockeyhall där personantalet per kvadratmeter anses vara högt. Gånghastigheten följer det linjära sambandet i Figur 57 (Rinne et al., 2010). I Dans In anses personantalet per kvadratmeter vara högt samt att personerna är påverkade av alkohol och inte har någon kännedom om lokalen. Gånghastigheten vid utrymning i Dans In anses därför vara likvärdig den i Ishockeyhallen och följer det linjära sambandet i Figur 57.



Figur 57. Gånghastigheten vid högt personantal per kvadratmeter för Case T (Rinne et al., 2010).



Figur 58. Visar hur människorna i Dans In är placerade och förflyttar sig vid utrymning. Flamman representerar placeringen av branden.

Figur 58 visar var människorna är placerade i Dans In när detektoraktivering sker och hur de förflyttar sig mot utrymningsvägarna. I denna simulering vistas 400 personer i lokalen. Linjen mitt i lokalen är en insatt vägg som egentligen inte finns, detta för att simuleringen av utrymningen ska bli mer realistisk.

7.6 Resultat för Dans In

Utrymningen i lokalerna på Dans In påbörjas efter 1 minut och pågår till alla har utrymt efter 4 minuter enligt beräkningar i Simulex. Antalet personer som hinner utrymma vid respektive tidsintervall redovisas i Bilaga G. Handberäkningarna ger en total utrymningstid på knappt 4 minuter vilket stämmer väl överens med utrymningstiden från simuleringarna, se Tabell 10.

Tabell 10. Resultaten av utrymningstid från handberäkningar, Simulex-simulering och FDS-simuleringar.

Resultat	Utrymningstid	Utrymningstid	Tid till kritiska	Uppnås säker
Dans In	Handberäkning	Simulex-simulering	siktförhållanden	utrymning
	228 s (3,8 min)	239 s (4,0 min)	130 s (2,2 min)	NEJ

Som nämnts ovan under avsnitt 0 ska den tillgängliga utrymningstiden vara längre än den simulerade utrymningstiden för att en säker utrymning ska kunna genomföras, enligt Ekvation 3. I detta scenario är den tillgängliga utrymningstiden 130 sekunder och den simulerade utrymningstiden 239 sekunder.

$$t_{\text{tidsmarginal}} = 130 - 239 = -109 \text{ s}$$

Beräkningen ovan ger en negativ tidsmarginal på 109 sekunder. Detta betyder att den tillgängliga tiden för utrymning är för kort och att kritiska siktförhållanden kommer uppnås innan alla människor hunnit utrymma. Kritiska förhållanden uppstår efter 130 sekunder, då kommer 245 personer inte att hinna utrymma, se Tabell 11. Att använda tid till kritiska förhållanden för sikt i beräkning av tidsmarginalen ses ett konservativt antagande och detta behandlas i diskussionen.

Tabell 11. Antal människor som hinner eller inte hinner utrymma och hur stor procent av människorna som inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppnås i lokalen.

	Antal personer	Antal som utrymt	Antal som ej	Procent som ej utrymt
	[st]	[st]	utrymt [st]	[%]
Grundscenario	400	155	245	61

7.7 Känslighetsanalys

I grundscenariot är det över 60 % av människorna i lokalen som inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden. För att studera vilka faktorer som påverkar resultatet mest, görs en känslighetsanalys på det som antas vara scenariets osäkraste parametrar. Detta för att få en uppfattning om vilka parametrar som bör fokuseras på för att få ett säkrare resultat. Denna känslighetsanalys kan sedan användas för att ta fram åtgärder för att människor som befinner sig i lokalen ska hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppnås.

Parametrar som varierades för scenariot på Dans In.

- Brandens storlek
- Brandens tillväxthastighet
- Antalet utrymmande personer
- Personernas varseblivningstid
- Personernas förberedelsestid

Det genomfördes tre FDS-simuleringar för scenariot i Dans Ins lokaler. Förutom grundscenariot Dans In-Fast (grund) som har beskrivits tidigare, utfördes en simulering där tillväxthastigheten på branden sattes till ultrafast. Detta för att undersöka hur mycket tillväxthastigheten påverkar tiden till kritiska förhållanden, kallad Dans In-Ultrafast. Den andra parametern som undersöktes var hur brandens storlek påverkade resultaten. Det här genomfördes med simuleringen Dans In-Stor där brandens maxeffekt sattes till 6000 kW. I Tabell 12 redovisas de olika simuleringarna kortfattat. I Bilaga B beskrivs förenklingar som gjorts mer utförlig och i Bilaga H redovisas koderna.

Tabell 12. Indata för simuleringar i FDS för Dans In.

Simulering	Effekt [kW]	Tid till maxeffekt [s]
Dans In-Fast (grund)	4000	300
Dans In-Ultrafast	4000	200 (-33 %)
Dans In-Stor	6000 (+50 %)	300

I Tabell 13 följer resultatet för tid till kritiska förhållanden för de olika simuleringarna där tillväxthastighet och storleken på branden har varierats. Resultatet har tagits fram på samma vis som tidigare, visuellt och med hjälp av slice-files i Smokeview.

Tabell 13. Tider för när kritisk sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd uppstår i Dans In.

Simulering	Tid för sikt [s]	Tid för temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
Dans In-Fast (grund)	130	300	130
Dans In-Ultrafast	110 (-15 %)	230 (-23 %)	110 (-15 %)
Dans In-Stor	125 (-4 %)	250 (-17 %)	125 (-4 %)

Ur Tabell 13 kan det utläsas att den tillgängliga tiden minskar i båda simuleringarna när tillväxthastigheten ökar eller när brandens storlek ökar. Med mindre procentuell förändring ger tillväxthastigheten större utslag på resultatet än storleken på branden.

För att undersöka vilken parameter som påverkar utrymningstiden genomfördes en känslighetsanalys i Simulex, genom att en parameter i grundscenariet ändrades medan de andra hölls konstanta, se Tabell 14. I känslighetsanalysen ändrades antal personer som vistas i lokalen, förberedelsetiden och varseblivningstiden som beror på brandens tillväxthastighet och effektutveckling. Bland annat beroende på vilket band som spelar och tid på året inverkar detta stort på hur många personer som kommer till Dans In. Därför anses denna parameter vara av stor vikt att undersöka vidare. Människorna som besöker Dans In kan vara allt från väldigt berusade till nyktra. Alkohol påverkar reaktionsförmågan (Riddargatan 1, 2007), som i sin tur påverkar hur lång förberedelsetiden kommer bli vid utrymning. Varseblivningstiden påverkas av brandens tillväxthastighet och effektutveckling vilket är intressant att undersöka närmare då det kan inverka på den totala utrymningstiden.

Tabell 14. Känslighetsanalys på vad som påverkar tidsmarginal och hur många som ej hinner utrymma i procent, för scenario Dans In.

Förändring av grundscenario	Antal personer	Tillgänglig tid [s]	Utrymningstid [s]	Tidsmarginal [s]	Procent som ej utrymt [%]
Grund	400	130	238	- 108	61
Minskat personantal	300	130	218	- 88	48
Ökat personantal	500	130	294	- 164	67
Förkortad förberedelsetid 40 s	400	130	230	- 100	55
Förlängd förberedelsetid 80 s	400	130	250	- 120	67
Varseblivningstid 24 s Ultrafast	400	110	240	- 130	70
Varseblivningstid 26 s Fast-stor	400	125	242	- 117	62

En reducering av antalet personer och en snabbare förberedelsetid ökar förutsättningarna för personerna att utrymma, se Tabell 14. I Tabell 14 avläses även att antalet som ej hinner utrymma innan kritiska förhållanden reduceras från 61 % till 48 % vid ett minskat personantal på 300 personer samt att antalet som hinner utrymma innan kritiska förhållanden vid förkortad förberedelsetid är 55 %. Anledningen till dessa resultat är att köbildningen minskar när färre personer vistas i lokalen och vid

en snabbare förberedelsetid så börjar personerna utrymma snabbare. Branden hinner därmed inte utvecklas lika mycket innan utrymningen påbörjats.

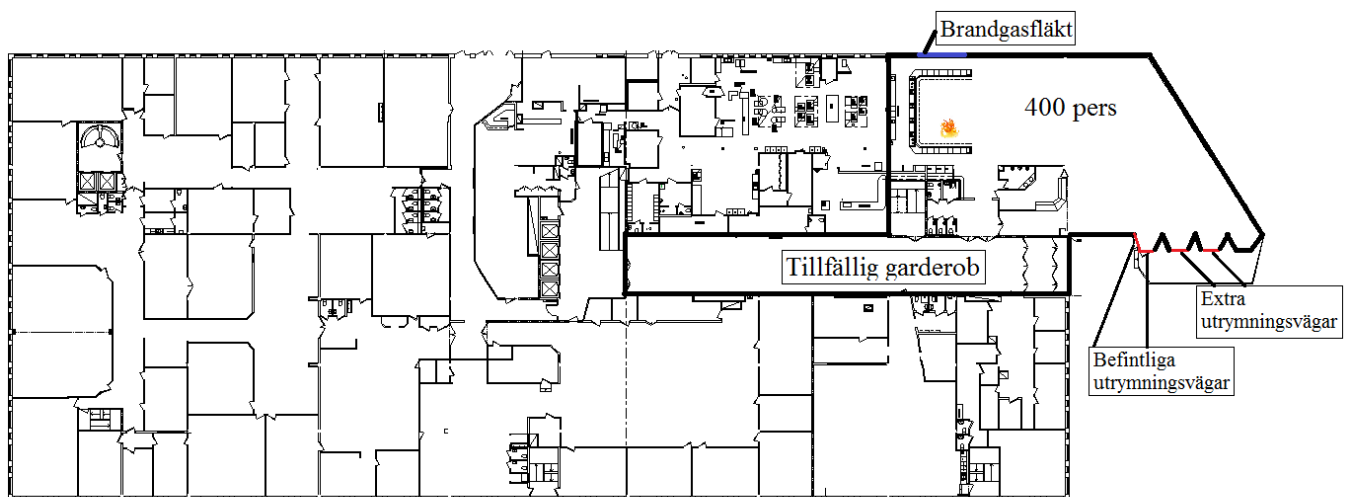
De övriga scenarierna i känslighetsanalysen ger en procentuell ökning av antalet personer som inte hinner utrymma säkert. Det scenario som ger störst ökning är en förlängd förberedelsetid. Detta beror till stor del på att rökutvecklingen fortgått en längre tid innan personerna påbörjat utrymning, det vill säga tiden till kritiska siktförhållanden uppnås tidigare sett till personerna som utrymmer.

Då de parametrar som varierades ovan i känslighetsanalysen inte påverkar resultatet för utrymning tillräckligt mycket krävdes vidare analys för att undersöka hur Dans Ins lokaler kunde göras säkrare. Denna analys redovisas nedan i avsnitt 7.8.

7.8 Analys av eventuella åtgärdsförslag

I Dans In genomfördes en analys av eventuella åtgärder, både med fokus på underlättad utrymning och förlängd tid till kritiska förhållanden. För att kunna uppnå en säker utrymning testades olika förslag av åtgärder. I detta avsnitt presenteras enbart det förslag som ger bäst resultat, resterande redovisas i Bilaga A.

För att underlätta utrymningen undersöks förslaget med att installera två nya utrymningsvägar ut mot altanen. Detta för att begränsa köbildningen vid utrymning som har varit ett problem vid utrymningssimuleringar tidigare i rapporten. Anledningen till att dörrarna placerades ut mot altanen är för att denna sida ligger i marknivå. Den motsatta sidan mot altanen ligger inte i marknivå och hade därför krävt en spiraltrappa för utrymning. Även det lilla rummet tas bort, både för att reducera förflyttningstiden men även för att korta ner förberedelsetiden, se Figur 59. Den totala dörrbredden blir 3,7 meter och förberedelsetiden sätts till 30 sekunder för 350 gäster och 45 sekunder för 50 gäster, men är fortfarande 60 sekunder för de anställda. Detta beror på att det lilla rummet tas bort och därmed anses gästerna se branden eller brandgaserna tydligare, bortsett från de som befinner sig närmst dörren. Personalen anses fortfarande ha ett större ansvar och därmed blir förberedelsetiden oförändrad.



Figur 59. Förändringarna på grundscenariot, två extra utrymningsvägar á 1.40 meter är installerade vid altanen och placeringen av brandgasfläkten. Även de befintliga utrymningsvägarna är markerade.

I Tabell 15 redovisas resultatet av åtgärden för utrymningen där det lilla rummet är borta och två extra dörrar installerade. Andelen som inte hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppstår har reducerats från 61 % till 32 %.

Tabell 15. Resultat från Simulex-simulering med åtgärd jämför med grundscenariot.

Förändring av grundscenariot	Antal personer	Tillgänglig tid [s]	Utrymningstid [s]	Tidsmarginal [s]	Procent som ej utrymt [%]
Grund	400	130	239	- 109	61
Utan lilla rummet & 2 extra dörrar	400	130	193	- 63	32

Det är fortfarande en stor del människor som inte i hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppnås. Därför fanns det anledning att undersöka hur en åtgärd med en brandgasfläkt, placerad i mitten på en av långväggarna skulle påverka tiden till kritiska förhållanden, se Figur 59. Brandgasfläkten gavs en kapacitet på 5 m³/s enligt beräkningar i Bilaga C, avsnitt 16.4. Den övriga delen av FDS-koden var likadan som för grundscenariot.

Tabell 16. Jämförelse av tid till kritiska förhållanden mellan grundscenarie och simulering med brandgasfläkt.

Simulering	Tid till detektoraktivering [s]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Tid till kritisk temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
Dans In-(Grund)	30	130	300	135
Dans In-Fläkt	30	160	330	160

Tabell 16 visar att detektoraktiveringen inte påverkas av fläkten vilket är rimligt med tanke på att fläkten aktiveras när detektorn aktiveras. Tiden till kritiska förhållanden förlängs med cirka 30 sekunder för alla kriterier. Därmed kommer den tillgängliga utrymningstiden öka lika mycket.

Sammanvägt bidrar dessa åtgärder till att enbart 9 % av personer inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår för sikt och brandgaslagrets höjd, se Tabell 17.

Tabell 17. Förhållandet i antal personer som inte hinner utrymma mellan grundscenariot och med åtgärder.

	Antal personer [st]	Antal som ej utrymt [st]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Procent som ej utrymt [%]
Grundscenariot	155	245	130	61
Utan lilla rummet & 2 extra dörrar	273	127	130	32
Utan lilla rummet, med 2 extra dörrar och brandgasfläkt	364	36	160	9

De vidare analyserna som redogjorts ovan visar på förbättrade utrymningsförhållanden och en ökad andel personer som hinner utrymma. Nedan under avsnitt 0 ges förslag på åtgärder utifrån analyserna ovan.

7.9 Åtgärder Dans In

Analysen av eventuella åtgärdsförslag ovan visar på en tydlig förbättring av förhållandena vid utrymning. Dock måste åtgärder vidtas om nattklubbsverksamhet ska fortsätta bedrivas i matsalen för att utrymningen ska kunna ske säkert. Antalet personer väljs för att vara konservativa med bakgrund av genomförd analys ovan, se Tabell 17. Åtgärdsförslag 2 får ses som ett eventuellt åtgärdsförslag då det troligen blir en stor och dyr process att installera en brandgasfläkt.

Åtgärdsförslag alternativ 1. I matsalen *skall* det lilla rummet tas bort och två extra utrymningsvägar upprättas, samt reducera antalet personer till 250.

Åtgärdsförslag alternativ 2. Ett alternativt åtgärdsförslag i matsalen är att utöver åtgärdsförslag 1 installera en brandgasfläkt, vilket ger ett personantal som bör reduceras till 350 personer.

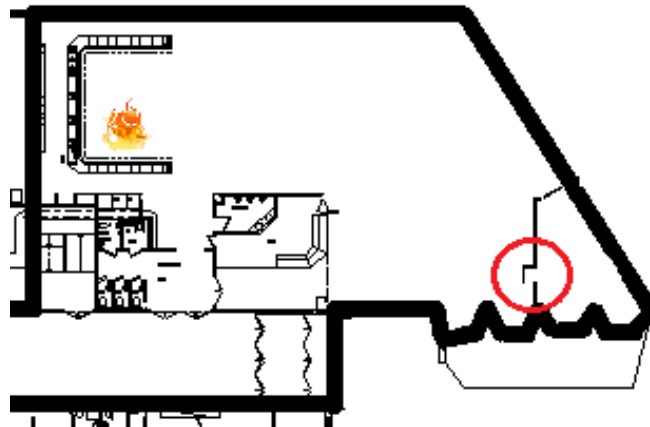
Kompletterande åtgärder. Möblerna som ställs ut i korridoren under Dans In *bör* placeras i ett rum för att minska risken för anlagd brand. Personalen som arbetar under tiden Dans In har *skall* ha brandskyddsutbildning för att kunna följa goda rutiner vid utrymning.

7.10 Diskussion Dans In

Analysen av grundscenariet visar att långt ifrån alla människor hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppnås. Om scenarierna istället jämförs med tid till kritiska temperaturförhållanden, vilka uppstår då temperaturen uppgår till 80 °C i huvudhöjd, kommer alla människor hinna utrymma. Dock kommer inte utrymningen kunna ske under goda förhållanden.

När brandens storlek varierades i känslighetsanalysen valdes en större brand jämfört med grundscenariet. Detta kan tyckas omotiverat eftersom kritiska förhållanden uppstod innan alla personer hann utrymma. Anledningen till att en större brand undersöktes var på grund av indikation i BBRAD, där en dimensionerande scenbrand är större än 4 MW.

För att människorna ska kunna utrymma under goda förhållanden så skall det lilla rummet i matsalen tas bort. Utgången ur rummet är liten och gör det svårt att utrymma ur, se Figur 60. Det ska även monteras extra utrymningsdörrar ut mot altanen, om nattklubbsverksamheten ska fortsätta bedrivas. Detta eftersom omgivningen framför altanen är öppen och mer central än de andra sidorna av matsalen.



Figur 60. Markering av problematisk utgång ur det lilla rummet i matsalen.

Ett problem vid simulering av utrymningstid från Dans In är att de simulerade personerna i Simulex tar en onaturlig utrymningsväg, de står och stampar bakom varandra istället för att utnyttja utrymmet. Detta bidrar till längre köbildning än vad som skulle uppstå i verkligheten och därmed ökar utrymningstiden. Detta försöktes lösas genom att placera in en skiljevägg i Simulex, som delar av personerna mellan de olika utrymningsvägarna. Dock bidrog detta till att personerna istället gick längs skiljeväggen och utrymningstiden ökade. Av denna anledning används inte skiljeväggar och deras gångväg accepterades.

Personerna har även svårt att passera ut genom dörrarna och fastnar lätt. Detta visar sig extra tydligt vid utrymning av det lilla rummet i Dans In, men det åtgärdas genom att justera axelbredd på personerna samt att ändra fördelningen av gånghastigheten i Simulex.

En annan typ av scenario som skulle kräva utrymning av Dans In, är brand i den tillfälliga garderoben som är placerad i huvudentrén. Det är osäkert om detektorerna här är kopplade till utrymningslarmet för Dans In men eftersom personal arbetar i garderoben antas de meddela gästerna om larmet aktiverats. De ska även se till att gästerna inne på klubben och i garderoben utrymmer. Skillnaden blir då att lamporna i taket inte tänds och musiken fortsätter att spela tills någon stänger av musiken manuellt. Resultatet av detta garderobsscenario antas vara att tid till kritiska förhållanden är längre än det analyserade scenariot med scenbranden. Detta baseras på den stora volymstorleken av huvudentrén och den höga takhöjden. Det antas alltså att tid för utrymning är kortare än tid till när kritiska förhållanden uppnås och att en garderobsbrand i huvudentrén är ett mindre allvarligt scenario än en scenbrand.

8 Riskanalys – Brand i sopkärl på Sprint-gymnasiet

Nedan utreds scenariot för Sprint-gymnasiet. Avsnittet inleds med en bakgrund till det möjliga scenariot som sedan simuleras och beräknad tid för utrymning jämförs med tid till då kritiska förhållanden uppnås. Avslutningsvis ges åtgärdsförslag för att säkerställa en säker utrymning.

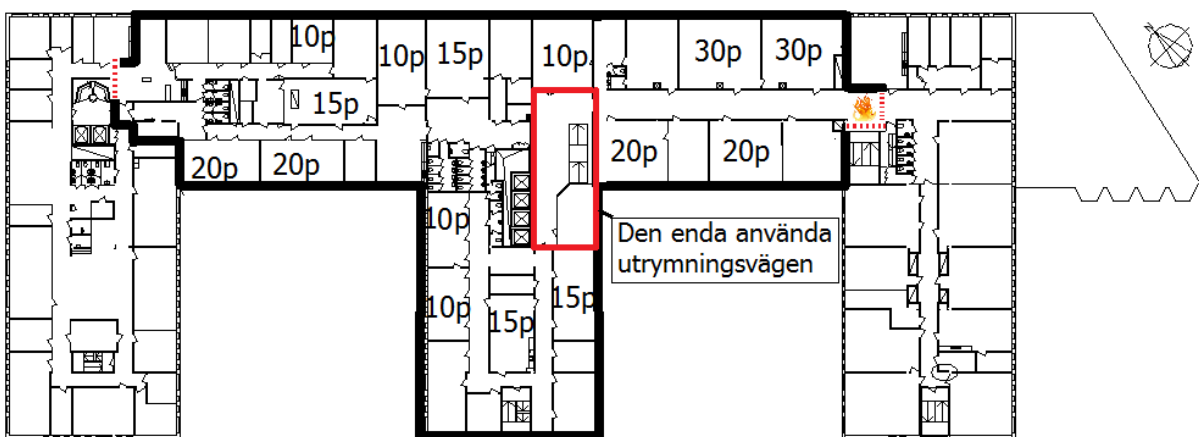
8.1 Beskrivning

På Sprint-gymnasiet är sopkärl för papper utplacerade i korridoren som ger upphov till ett möjligt scenario. Anlagda bränder på skolor är relativt vanligt i jämförelse till anlagda bränder i andra verksamheter (MSB, 2015).

Scenariot på Sprint-gymnasiet antas börja i ett sopkärl för returpapper, det är även troligt att en hel del annat material slängas i containrarna som rymmer 190 liter (Ajprodukter, 2015). Något att ta hänsyn till är att det står två sopkärl bredvid varandra. Det finns även en TV-apparat ovanför sopkärlen som branden kan spridas till.

Sopkärnen innehållande papper är ett lättantändligt objekt och det kan ske en snabb brandutveckling om locken är uppfällda. För detta brandscenario antas endast ett sopkärl antändas men att locket lämnas öppet så att branden även sprider sig till TV-apparaten direkt ovanför. Detta scenario leder till blockering av två möjliga utrymningsvägar, se de streckade linjerna till vänster i Figur 61. Alla utrymmer genom huvudtrapphuset i mitten av våningsplanet. Det antas även att personerna i vänstra delen och i mittersta flygeln av våningsplanet utrymmer genom huvudtrapphuset. Detta eftersom trapphuset i mittersta flygeln och trapphuset till vänster genom Futurum-gymnasiet inte används till vardags. Personerna som befinner sig i de delar av Sprint-gymnasiet där det inte brinner tas inte hänsyn till vad gäller utrymning och personsäkerhet. Dessa personer simuleras enbart för att se hur en utrymning med en större mängd människor genom huvudtrapphuset påverkar utrymningen, om det uppstår en så pass stor köbildning att utrymningen skulle ta längre tid.

PLAN 6 Sprint-gymnasiet 250 pers



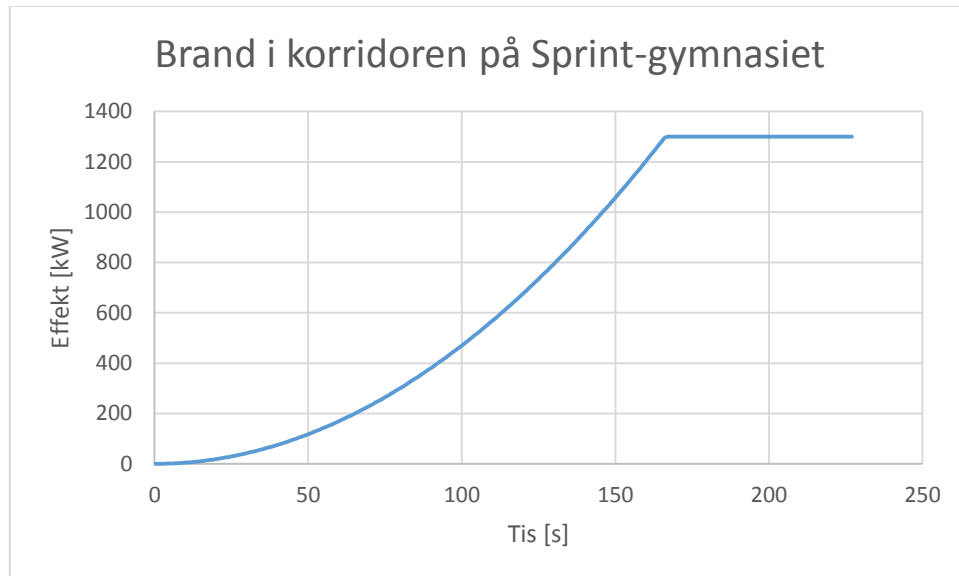
Figur 61. Ritning över Sprint-gymnasiet på plan 6 som visar hur människorna är fördelade i lokalerna.

8.2 Brandförlopp

Det är svårt att uppskatta energiutvecklingen i ett fyllt sopkärl då materialet kan variera. I det tänkta scenariot på Sprint-gymnasiets korridor är dock sopkärlet till för returpapper. NIST har utfört tester på plastsoptunnor fyllda med plast och papp som mätt en maximal brandeffekt på 450 kW (D.W. Stroup och D. Madrzykowski, 2003). På grund av storleken av dessa plastsoptunnor antas att två sådana motsvarar sopkärlet för det tänkta brandscenariot på Sprint-gymnasiet.

TV-apparaten ovanför sopkärlet ger enligt brittiska tester en brandeffekt på 400 kW (Dr Campbell Williams et al., 2004). Tillväxthastigheten för det tänkta brandscenariot förväntas ha α -värde 0,047 (fast) och totala energiutveckling sätts till 1300 kW, med bakgrund från de tidigare presenterade testerna.

Effektutvecklingen för valda material är tagna för fritt brinnande objekt. En alfa t^2 -kurva antas för brandutvecklingen, enligt Figur 62.



Figur 62. Framtagen effektkurva för brand bestående av sopkärl med returpapper och en TV.

Maximal effektutveckling: $2 \cdot 450 \text{ kW} + 400 \text{ kW} = 1300 \text{ kW}$

Tillväxthastighet, α -värde: 0,047 (fast)

Bakgrund till värdena för effektkurva är specificerade i Bilaga E.

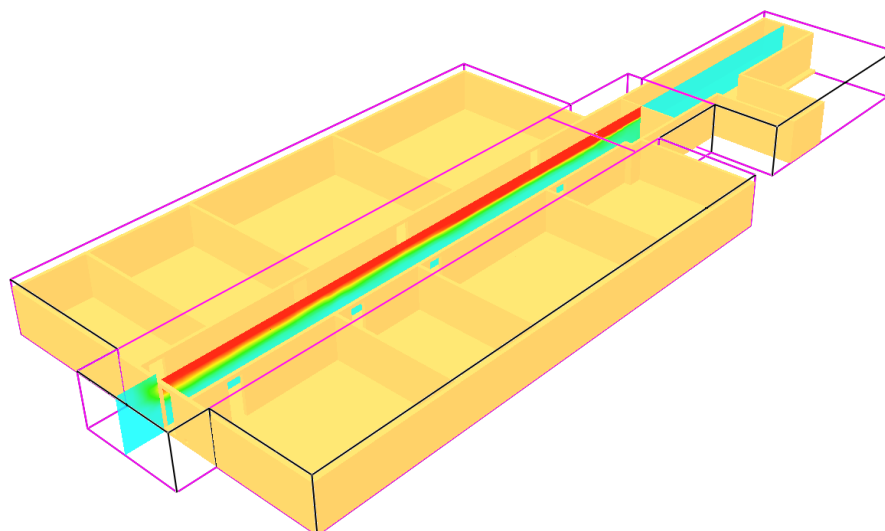
8.3 FDS-simuleringar

För att undersöka tid till kritiska förhållanden för sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd genomfördes en FDS-simulering för det beskrivna scenariot i Sprint-gymnasiets lokaler.

Datorprogrammet Pyrosim användes för att rita upp geometrin i Sprint-gymnasiet och placera in slice files som senare utnyttjades för att utvärdera resultatet. Detektorn närmast branden lades också in för att ta reda på hur lång tid det tog för detektorn att aktivera. På grund av begränsningar i FDS, beskriva i teorin, genomfördes flera förenklingar gällande geometrin och öppnande av dörrar. Dessa förenklingar och andra antaganden redovisas i Bilaga B och FDS-kod för scenariot finns i Bilaga H.

8.4 FDS-resultat

I resultatet redovisas tid till detektoraktivering och tid till kritiska förhållanden för Sprint-gymnasiet, baserade på FDS-simuleringen. Tiden till larm bestämdes med hjälp av utdata från FDS-simuleringen och tider till kritiska förhållanden bestämdes visuellt med hjälp av slice files i Smokeview, se Figur 63.



Figur 63. Slice files från Sprint-gymnasiet när kritiska förhållande för temperatur uppnås.

Tid till detektoraktivering användes i utrymningsberäkningar som behandlas i nästa avsnitt. Kritiska förhållanden uppnås då både sikten och brandgaslagret når kritiska nivåer i anslutning till närmaste utrymningsväg och i huvudhöjd. Tabell 18 visar att dessa nivåer uppnås i princip samtidigt och att tiden till att temperaturen når kritiska nivåer är betydligt längre. Därmed styr sikten och brandgaslagrets höjd när kritiska förhållanden nås.

Tabell 18. Resultat från FDS-simulering i Sprint-gymnasiet

Grundscenario	Tid till detektoraktivering [s]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Tid till kritisk temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
Sprint-Fast	25	85	140	85

För att validera resultatet för sikten utfördes handberäkning och dessa stämde bra överens med resultatet i FDS. Handberäkningar för sikten redovisas i Bilaga C.

Handberäkningar genomfördes för strålningsintensitet på Sprint-gymnasiet. Kritiska nivåer uppnåddes efter att kritiska nivåer för temperatur hade infriats och ses därför inte som en parameter som kommer påverka resultatet. Beräkningar redovisas i Bilaga D.

8.5 Utrymning

Nedan ges en ingående beskrivning av de olika delarna som ingår i utrymningstiden och hur dessa tas fram för detta scenario.

8.5.1 Indata

Vid beräkning av utrymningstiden för Sprint-gymnasiet används indatavärdena i Tabell 19. Var dessa indataparametrar är tagna från presenteras nedan under avsnitt 8.5.2-8.5.4.

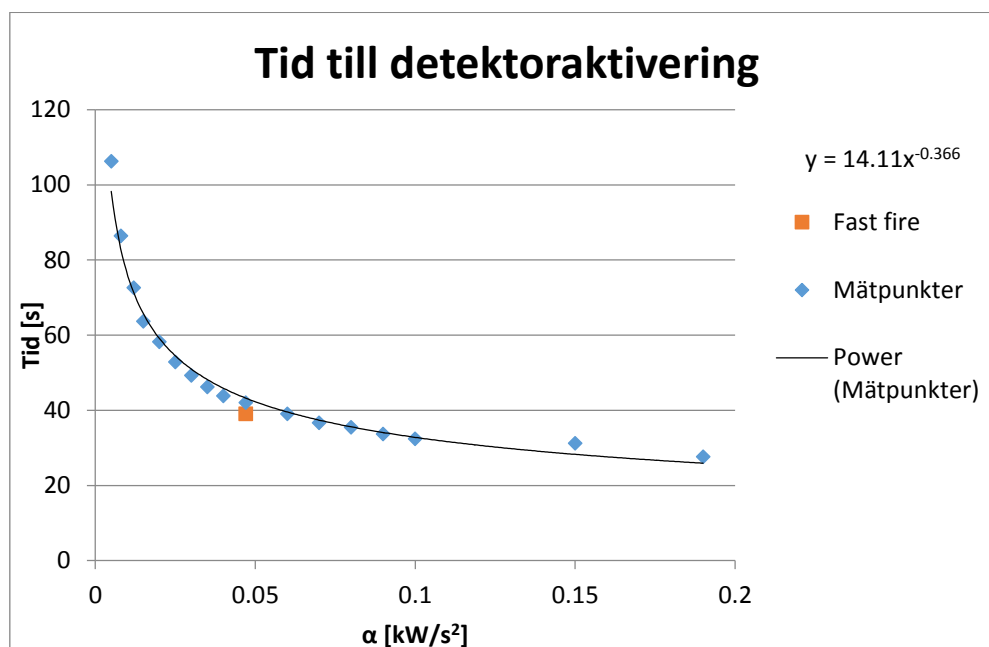
Tabell 19. Indatavärdena som används vid Simulex-simuleringarna samt vid handberäkningar.

Indata Grundscenario	Sprint Handberäkningar	Sprint Simulex-simuleringar
Antal personer	100 st	100 st
Varseblivningstid	25 s	25 s
Förberedelsetid	30 s	30 s
Dörrbredd	1,7 m	1,7 m
Avstånd mellan brand & närmsta detektor	10 m	-
Gånghastighet	1,3 m/s	1,3 m/s
Personflöde	1,2 p/sm ^a	-
l_{trappa}	8 m	8 m
v_{trappa}	0,6 m/s	0,6 m/s
$t_{\text{gång}}$	7,7 s	-
$t_{\text{dörr}}$	50 s	-
$T_{\text{gång, trappa}}$	13,3 s	-

^a Personflöde nedför trappa i Sprint-gymnasiet. Värdet är taget ur tabell 3-13.2, SFPE-handboken (Walton, 2002).

8.5.2 Varseblivningstid

En optisk ljusspridningsdetektor är placerad 2 meter från den tidigare definierade branden. Tid till detektoraktivering kan bestämmas genom att variera tillväxthastigheten i datorprogrammet DETACT-T2. Detta ger ett analytiskt samband mellan tillväxthastighet och detektoraktivering. För en brand med tillväxthastigheten fast 0,047 kW/m², aktiverades detektorn efter 39 sekunder, se rektangeln i Figur 64.



Figur 64. Analytiskt samband mellan detektionstid och tillväxthastighet, α . Kvadraten visar detektoraktivering för givet scenario vid tillväxthastigheten 0,047 kW/m².

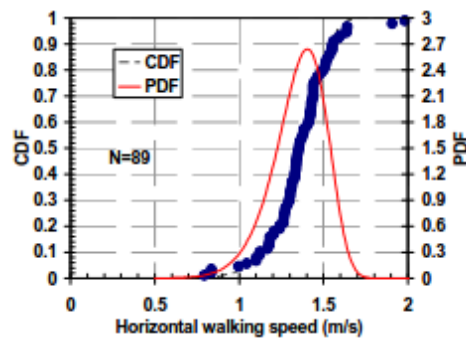
I FDS sker detektoraktivering efter 25 sekunder för en brand med effekten 1300 kW. Som nämnts tidigare så tar datorprogrammet DETACT-T2 inte hänsyn till sot produktionen och därför används värdet för detektoraktivering enligt FDS.

8.5.3 Förberedelsetid

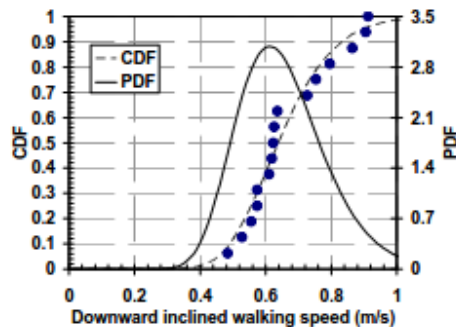
I detta scenario förmodas eleverna sitta ner och antingen studera eller lyssna på en lärare som håller lektion. Förberedelsetiden sätts till 30 sekunder utifrån försök som utförts i en finsk studie där förberedelsetiden var mellan 20-40 sekunder om eleverna satt ned och observerade sina klasskamrater innan de agerade (Rinne et al., 2010).

8.5.4 Förflyttningstid

Förflyttningstiden har beräknats med hjälp av simuleringsprogrammet Simulex och kontrollerats med handberäkningar, se Bilaga A och Ekvation 4-5. Vid simulering sattes den horisontella gånghastigheten till 1,3 m/s eftersom det är med denna medelhastighet som en vuxen går Figur 65 och gånghastigheten ned för trappan till 0,6 m/s, enligt Figur 66 (Rinne et al., 2010). Både handberäkningar och simuleringen i Simulex gav en förflyttningstid på 1 minut, se Bilaga A. Detta värde kommer användas vidare i utrymningsberäkningarna.

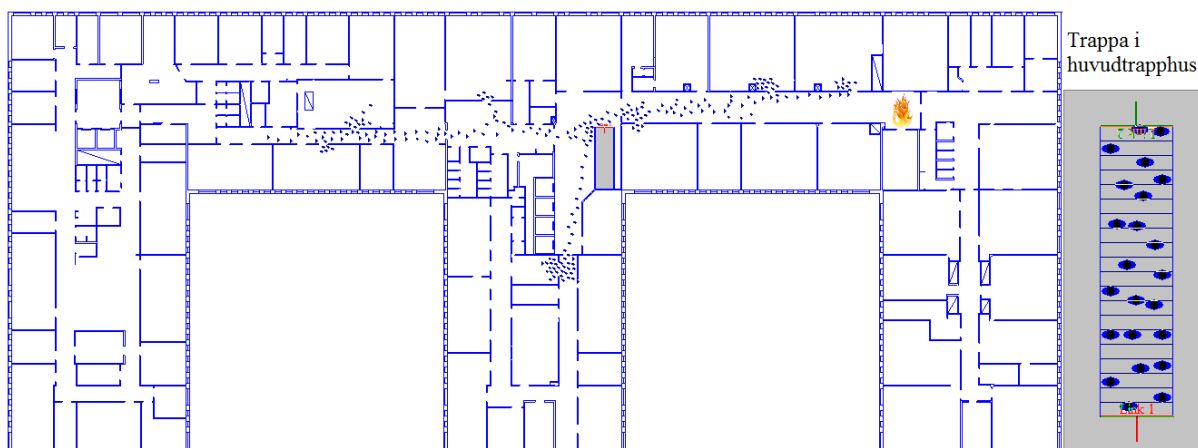


Figur 65. Medelgångshastighet för vuxna (Rinne et al., 2010).



Figur 66. Gånghastighet för vuxna nedför en trappa (Rinne et al., 2010).

Figur 67 nedan visar på hur personerna som befinner sig på Sprint-gymnasiet förflyttar sig mot utrymningsvägen. Flamman visar var branden är placerad.



Figur 67. En överblick på hur personerna som befinner sig på Sprint-gymnasiet förflyttar sig utrymning.

8.6 Resultat för Sprint-gymnasiet

Utrymningen i Sprints lokaler påbörjas efter 1 minut och pågår till alla har utrymt efter 4 minuter enligt beräkningar i Simulex. Antalet personer som hinner utrymma vid respektive tidsintervall redovisas i Bilaga G. Handberäkningarna ger en total utrymningstid på 2 minuter vilket stämmer hyfsat bra överens med simuleringarna, se Tabell 20.

Tabell 20. Resultaten av förflyttningstid och utrymningstid från handberäkningar och Simulex-simulering.

Resultat Sprint	Utrymningstid Handberäkning	Utrymningstid Simulex-simulering	Tid till kritiska siktförhållanden	Uppnås säker utrymning
	120 s (2,0 min)	140 s (2,3 min)	85 s (1,4min)	NEJ

I detta scenario är den tillgängliga utrymningstiden 85 sekunder och den simulerade utrymningstiden är 140 sekunder.

$$t_{\text{tidsmarginal}} = 85 - 140 = -55 \text{ s}$$

Beräkningen ovan ger en negativ tidsmarginal på 55 sekunder. Detta betyder att den tillgängliga tiden för utrymning är för kort och att kritiska siktförhållanden kommer uppnås innan alla människor hunnit utrymma. Detta betyder att 37 % av människorna som befinner sig i lokalen inte kommer hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppnås efter 85 sekunder. Att använda tid till kritiska förhållanden för sikt i beräkning av tidsmarginalen ses ett konservativt antagande och detta behandlas i diskussionen.

Tabell 21. Antal människor som hinner eller inte hinner utrymma och hur stor procent av människorna som inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppnås i lokalen.

	Antal personer [st]	Antal som utrymt [st]	Antal som ej utrymt [st]	Procent som ej utrymt [%]
Grundscenario	100	63	37	37

I Tabell 21 redovisas antalet personer som hinner utrymma, inte hinner och procentandelen som inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden. Eftersom kriteriet för tidsmarginalen inte uppfylls så bör åtgärder vidtas för att förbättra förhållandena.

8.7 Känslighetsanalys för Sprint-gymnasiet

För att studera vilka faktorer som påverkar resultatet mest, görs en känslighetsanalys på det som antas vara scenariets osäkraste parametrar. Detta för att få en uppfattning om vilka parametrar som bör fokuserats på för att få ett säkrare resultat. Denna känslighetsanalys kan sedan användas för att ta fram åtgärdsförslag för att människorna som befinner sig i lokalen ska hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppnås.

Parametrar som varierades för scenariot på Sprint-gymnasiet.

- Brandens storlek
- Brandens tillväxthastighet
- Antalet utrymmande personer
- Personernas varseblivningstid
- Personernas gånghastighet

Det genomfördes tre FDS-simuleringar för scenariot på Sprint-gymnasiet. Förutom grundscenariot, Sprint-Fast (grund) som har beskrivits tidigare utfördes en simulering där tillväxthastigheten sänktes till medium, Sprint-Medium för att kunna analysera hur tillväxthastigheten påverkade tid till kritiska förhållanden. Det genomfördes även simulering där storleken på branden ökades till 2000 kW av samma anledning, kallad Sprint-Stor. I Tabell 22 nedan redovisas vilka parametrar som ändrats i förhållande till grundscenariot. En mer utförlig beskrivning av de två simuleringarna finns i Bilaga B och Bilaga H, där även koder och förenklingar beskrivs.

Tabell 22. Indata för simuleringar i FDS för Dans In.

Simulering	Effekt [kW]	Tid till maxeffekt [s]
Sprint-Fast (grund)	1300	167
Sprint-Medium	1300	330 (+97 %)
Sprint-Stor	2000 (+54 %)	167

I Tabell 23 redovisas resultaten från simuleringarna i känslighetsanalysen jämförda med grundscenariot där tillväxthastighet och brandens storlek har varierats.

Tabell 23. Tider för när kritisk sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd uppstår i Sprint-gymnasiet.

Simulering	Tid för sikt [s]	Tid för temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
Sprint-Fast (grund)	85	140	85
Sprint-Medium	120 (+41 %)	215 (+80 %)	120 (+41 %)
Sprint-Stor	76 (-11 %)	100 (-29 %)	76 (-11 %)

Då tillväxthastigheten och brandens storlek inte varierats med samma procentuella värde är det svårt i detta fall att tydligt se vilken parameter som påverkar mest. Tillväxthastigheten verkar ändå påverka mer än brandens storlek enligt Tabell 22 och Tabell 23 ovan.

En känslighetsanalys för parametrarna personantal, gånghastighet och varseblivningstid genomfördes i Simulex för att undersöka hur utrymningstiden påverkas. En parameter ändrades i taget medan de andra hölls konstanta. Till skillnad från scenariot Dans In så utfördes en känslighetsanalys på gånghastigheten eftersom den troligen påverkar kötiden till utrymningsvägen.

Tabell 24 nedan visar hur utrymningstiden och förflyttningstiden påverkas när olika parametrar förändras.

Tabell 24. Känslighetsanalys på vad som påverkar tidsmarginal och hur många som ej hinner utrymma i procent, för scenario Sprint-gymnasiet.

Förändring av grundscenario	Antal personer [st]	Tillgänglig tid [s]	Utrymningstid [s]	Tidsmarginal [s]	Procent som ej utrymt [%]
Grund	100	85	140	- 55	37
75 personer	75	85	110	- 25	8
150 personer	150	85	160	- 75	49
Gånghastighet 1,1 m/s	100	85	150	- 65	50
Gånghastighet 1,5 m/s	100	85	125	- 40	30
Varseblivningstid 22 s	100	76	135	- 59	58
Stor					
Varseblivningstid 34 s	100	120	150	- 30	24
Medium					

Simulex-simuleringarna visar att tillväxthastigheten och ett reducerat personantal påverkar utrymningen mest i detta scenario. Hela 29 % fler människor hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppnås, vid en reduktion av personantalet. För en reduktion av tillväxthastigheten hinner ytterligare 13 % fler människor utrymma jämfört med grundscenariet. Detta beror till stor del på att köbildningen minskar och flödet genom utrymningsvägen och ned för trappan i huvudtrapphuset ökar.

8.8 Analys av eventuell åtgärd

Eftersom en stor del av personerna i simuleringarna inte hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppnås och därmed inte kan utrymma säkert krävs åtgärder för att säkerställa personsäkerheten i lokalen. De här kan göras antingen genom åtgärder för att tid till kritiska förhållanden förlängs, eller genom påskyndning av utrymningstiden. I denna analys har åtgärden riktats in på att begränsa branden och därmed förlänga tiden till kritiska siktförhållanden.

I Sprint-gymnasiets lokaler utfördes därför ytterligare en analys. Analysen bestod av att undersöka hur det skulle påverka resultatet om maxeffekten på branden skulle minskas kraftigt. En ny FDS-simulering, med en maxeffekt på 300 kW genomfördes. Detta skulle innebära att det befintliga sopkärlet byts ut mot ett mindre sopkärl av metall som är fylld med papper. Resultatet redovisas nedan i Tabell 25 tillsammans med grundscenariet.

Tabell 25. Jämförelse av tid till kritiska siktförhållanden mellan grundscenario och simulering med ett mindre sopkärl av metall.

Simulering	Tid till detektoraktivering [s]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Tid till kritisk temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
Sprint-(Grund)	25	85	140	85
Sprint-Åtgärd	25	160	-	160

Resultaten visar att tid till kritiska förhållanden för sikt och brandgaslagrets höjd har ökat kraftigt. Tid till kritiska förhållanden för temperaturen uppnås inte under de fem minuter som simulering pågick. Tid till detektoraktivering påverkas inte av en mindre brand, därför kan de tidigare Simulex-resultaten användas.

Tabell 26. Förhållandet i antal personer som inte hinner utrymma mellan grundscenariet och med åtgärder.

	Antal personer [st]	Antal som ej utrymt [st]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Procent som ej utrymt [%]	Tidsmarginal [s]
Grundscenario	100	37	85	37	- 55
Sprint – Åtgärd	100	0	160	0	20

Resultatet för utrymningen med åtgärd visar en tydlig skillnad från grundscenariot. Andelen som inte hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppstår har reducerats från 37 % till 0 % enligt Tabell 26. Detta innebär att en säker utrymning kan ske om åtgärder vidtas.

8.9 Åtgärder Sprint-gymnasiet

Analysen av eventuellt åtgärdsförslag ovan visar på en tydlig förbättring av personsäkerheten och förhållandena vid utrymning. Dock måste åtgärder vidtas för att utrymningen från Sprint-gymnasiet ska kunna ske på ett säkert sätt.

Åtgärder. Tillgängligheten för utrymningsvägar *skall* ses över. I Sprint-gymnasiets lokaler observerades kåpor över låsvredet. Det kan leda till förvirring vid utrymning om den aktuella utrymningsvägen är i bruk.

Kontinuerlig genomgång av brandsäkerhet *skall* genomföras då det verkar finnas oklarheter vilka utrymningsvägar som ska användas.

Åtgärdsförslag 1. I korridorerna *skall* samtliga större sopkärl bytas ut mot mindre av metall. TV-apparaten ovanför utrymningsvägen *bör* tas bort.

Kompletterande åtgärder. Ett rum i egen brandcell med branddörr försedd med hållmagnet kopplad till rökdetektor som automatiskt stänger dörren vid brand *bör* byggas till de större sopkärlen. Detta för att undvika eventuell rök- och brandspridning om sopkärlen antänds. I detta rum ska de mindre sopkärlen kunna tömmas kontinuerligt.

8.10 Diskussion för Sprint-gymnasiet

Sprint-gymnasiet består av en smal avlång korridor med relativt hög brandbelastning. Det här leder till ett scenario med snabb rökfyllning och kort tid till kritiska nivåer. Dörrar med hållmagneter kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörrarna vid brand finns utplacerade i korridoren för att förhindra rökspridning, vilka bidrar till en begränsning av områden som riskerar att rökfyllas. På båda sidor om korridoren ligger klassrum, där elever och lärare skall utrymma ifrån. Då det krävs både tid till aktivering av larmet och en förberedelsestid till utrymning beräknas denna påbörjas cirka en minut efter brandens uppkomst. Då brandbelastningen är såpass stor och problem med rökfyllnad hinner uppnås under utrymningen, är en minskad brandbelastning en god åtgärd. Således blir ett mindre sopkärl i metall en bra lösning, även tv-apparaten kan avlägsnas ifall den inte fyller någon funktion.

Resultatet i Simulex visar att alla människor inte hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppnås. Om scenarierna istället jämförs med tid till kritiska temperaturförhållanden, vilka uppstår då temperaturen i lokalen uppgår till 80 °C, ökar antalet personer som hinner utrymma. De personer som inte hinner utrymma innan kritiska temperaturförhållanden kommer inte kunna utrymma alls. Därför genomfördes en ytterligare analys av åtgärder.

Analys av eventuell åtgärd visar att alla personer kommer hinna utrymma innan kritiska nivåer nås. Kritiska nivåer för sikt och brandgaslagrets höjd uppnås efter 160 sekunder, det vill säga 20 sekunder efter att alla personer hunnit utrymma. Detta resultat gäller dock enbart om de åtgärder som föreslagits ovan genomförs.

Vid platsbesöket aktiverades brandlarmet av okänd anledningen. Det gav en möjlighet att observera hur utrymningen fungerar på Sprint-gymnasiet. Både lärare och elever visade bristande attityd till utrymningslarmet. Utrymningen gick väldigt långsamt, människor reagerade knappt. En lärare sågs gå med sin bokvagn mot strömmen av människor och försöka ställa upp en branddörr mot hållmagneten, vilken hade stängts vid aktivering av utrymningslarmet. Det genomgående intrycket var en håglös inställning till utrymningen. Ett åtgärdsförslag blir således mer övning och kunskap i utrymning. Klara direktiv till lärare vad som gäller, vilket kan förmedlas till elever. Det sistnämnda är speciellt viktigt då eleverna på Sprint-gymnasiet bara läser på skolan under en sexveckorsperiod. Ett ytterligare problem var att främst huvudingången användes, något som inte är konstigt då de mindre trapphusen inte används i den dagliga verksamheten. En lösning skulle kunna vara att lärare ser till att använda den närmaste utgången, vilket gör att eleverna ser en möjlighet att använda en annan utgång.

Då simuleringarna av brandscenarierna har skett i FDS finns det vissa förenklingar och osäkerheter i simuleringarna. Värden för sotproduktionen är tagna ifrån experiment, där ett snittvärde utefter vilket material som förbränns har beräknats fram. Osäkerheten är därigenom stor för sotproduktionen, då materialen troligen inte är identiska. FDS är dåligt lämpad för underventilerade brandförlopp vilket skulle kunna öka sotproduktionen. Just sotproduktionen påverkar siktförhållanden och brandgaslagrets höjd, därför hade det varit bra att testa denna parameter i en känslighetsanalys. Det bedömdes att nya FDS-simuleringar där detta testades var alltför tidskrävande och genomfördes därför inte.

Något som hade kunnat förbättras i känslighetsanalysen, för FDS-simuleringarna, var att den procentuella skillnaden för de olika parametrarna hade kunnat vara densamma. Det hade varit tydligare att se vilken parameter som påverkade mest. Det här upptäcktes dock sent i processen och därmed fanns ingen tid till att göra om känslighetsanalysen i FDS.

9 Riskanalys – Soffbrand på Lernia SFI

I Lernia SFI:s lokaler på våningsplan 4 är flera möbler placerade i foajén. Dörren ut till trapphuset var uppställd vid besöket, vilket skulle kunna ge rökspridning ut i trapphuset. Detta är allvarligt då det påverkar utrymningsmöjligheterna för andra verksamheter genom den huvudsakliga utrymningsvägen. Därför valdes detta scenario för vidare utvärdering.

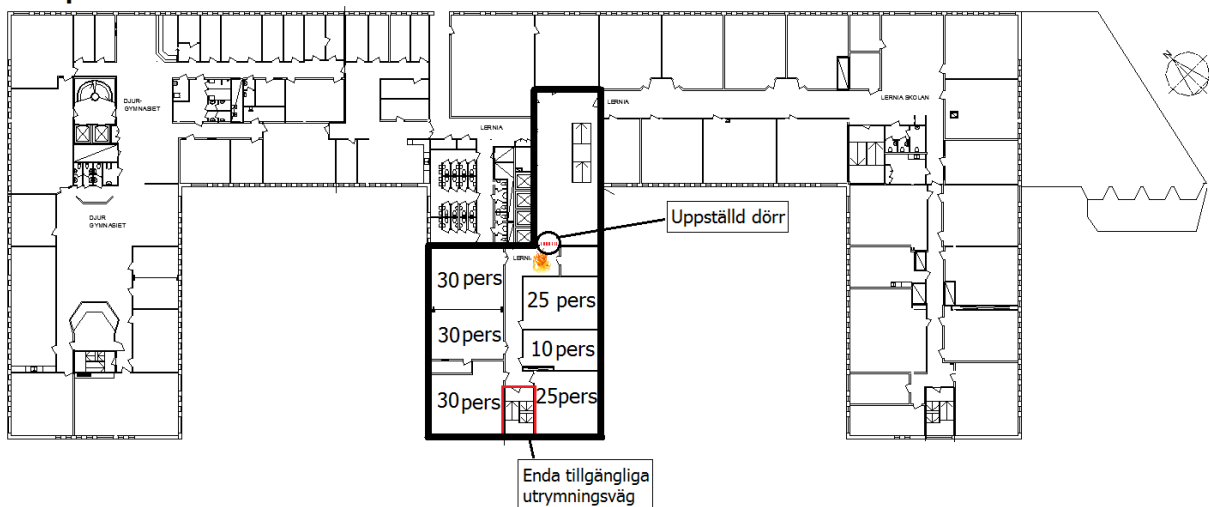
9.1 Beskrivning

I utrymmet finns en soffa, två fåtöljer och två sittkuddar. Alla möbler är stoppade och har tygbeklädnad. Möbleringen av inredningen kan tänkas variera då fåtöljerna är lätta att flytta. Dessutom finns en bokhylla och två krukväxter. Under besöket användes en av krukväxterna för att ställa upp dörren ut mot huvudtrapphuset. Dagtid passerar det relativt mycket folk och i denna verksamhet är alla vuxna.

Den tänkta branden på vuxenutbildningen Lernia SFI antas starta i foajéns soffa och sprids sedan till två av de närliggande fåtöljerna. Eftersom dörren ut till det stora trapphuset står uppställd med en krukorna blir det rökspridning från detta fjärde våningsplan upp i trapphuset, till ovanliggande våningsplan. Detta leder till en blockering av utrymningsvägen till huvudtrapphuset, som också används som huvudingång till alla våningsplan. Antalet personer som antas befinna sig i denna del av Lernia SFI och skulle kunna bli påverkade av branden är 150 personer. Vid utrymning har de därför enbart ett trapphus att tillgå för en säker utrymning, vilket är ett trapphus som bara fungerar som nödutgång, se Figur 68.

I beräkningar antas att ingen släckinsats påbörjas tidigt i brandförloppet.

PLAN 4 Lernia SFI 150 pers

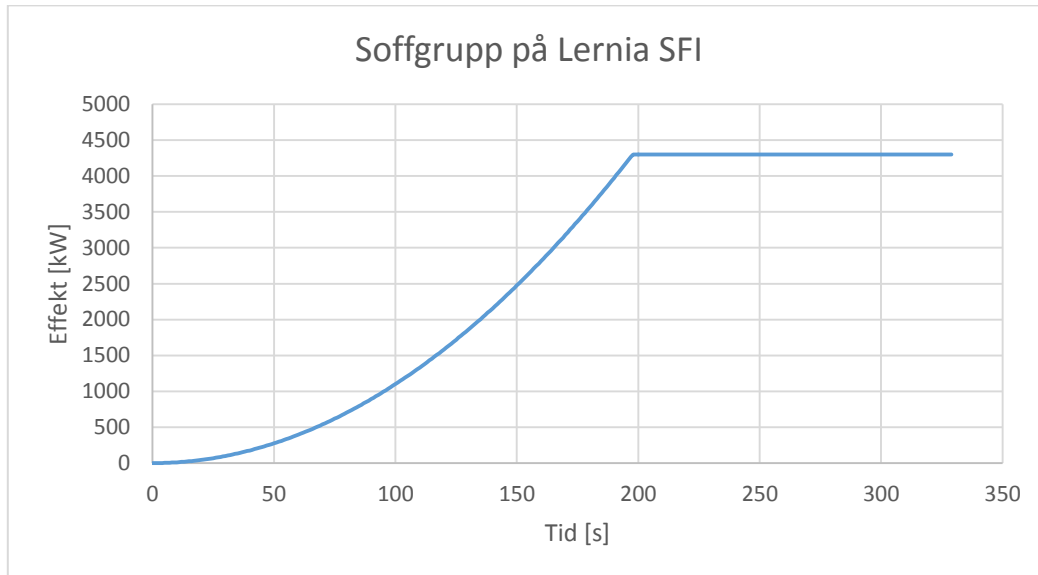


Figur 68. Ritning över Lernia SFI på plan 4 som visar hur människorna är fördelade i lokalen.

9.2 Brandförlopp

Tillväxthastigheten förväntas vara α -värde 0,047 (fast) och effektutvecklingen ansätts till 4300 kW baserat på tester och motsvarar en soffa (SP, 2005) samt två fåtöljer (Särdqvist, 1993).

Total effektutveckling för en soffa och två fåtöljer för brandförloppet på SFI. Värdena är framtagna från forskningsunderlag. En alfa t^2 -kurva antas för brandutvecklingen, enligt Figur 69.



Figur 69. Framtagen effektkurva för brand bestående av en soffa och två fåtöljer.

Maximal effektutveckling: 2300 kW + 2000 kW = 4300 kW

Tillväxthastighet, α -värde: 0,047 (fast)

Bakgrund till värdena för effektkurva är specificerade i Bilaga E.

9.3 FDS-simuleringar

För att undersöka tid till kritiska förhållanden för sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd genomfördes en FDS-simulering för det beskrivna scenariot i SFIs lokaler. Datorprogrammet Pyrosim användes för att rita upp geometrin i SFI och placera in slice files som senare utnyttjades för att utvärdera resultatet. Detektorn närmast branden lades också in för att ta reda på hur lång tid det tog för detektorn att aktivera. På grund av begränsningar i FDS, beskriva i teorin, utfördes flera förenklingar gällande geometrin och öppnande av dörrar. Dessa förenklingar och andra antaganden redovisas i Bilaga B och FDS-kod för scenariot finns i Bilaga H.

9.4 FDS-resultat

I resultatet, se Tabell 27, redovisas tid till detektoraktivering och tid till kritiska förhållanden, som definierades i avsnitt 4.3, i SFIs lokaler baserade på FDS-simuleringen. Det är tiden till kritiska förhållanden uppstår i anslutning till närmaste utrymningsväg i huvudhöjd, som mäts. Tiden till larm bestämdes med hjälp av utdata från FDS-simuleringen och tider till kritiska förhållanden bestämdes visuellt med hjälp av slice files i Somkeview.

Tabell 27. Resultat från FDS-simulering i SFI.

Grundscenario	Tid till detektoraktivering [s]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Tid till kritisk temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
SFI-Fast	40	65	105	65

Tid till detektoraktivering användes för beräkning av utrymningstiden som behandlas i nästa avsnitt. Likt andra scenarion i rapporten avgörs tid till kritiska förhållanden av brandgaslagrets höjd och sikten som uppstår i princip samtidigt. Kritiska nivåer för temperatur uppnås senare och påverkar inte tid till kritiska förhållanden.

För att validera resultatet för sikten utfördes handberäkning och dessa stämde bra överens med resultatet i FDS. Handberäkningar för sikten redovisas i Bilaga C.

Handberäkningar genomfördes för strålningsintensitet i SFIs lokaler. Kritiska nivåer uppnåddes efter att kritiska nivåer för temperatur hade infriats och ses därför inte som en parameter som kommer påverka resultatet. Beräkningar redovisas i Bilaga D.

9.5 Utrymning

Nedan beskrivs de delarna som ingår i utrymningstiden och hur de tas fram för detta specifika scenario.

9.5.1 Indata

Vid beräkning av utrymningstiden för SFI används indatavärdena i Tabell 28. Var dessa indataparametrar är tagna från presenteras nedan under avsnitt 9.5.2-9.5.4.

Tabell 28. Indatavärdena som används vid Simulex-simuleringarna samt vid handberäkningar för kontroll av resultaten från Simulex.

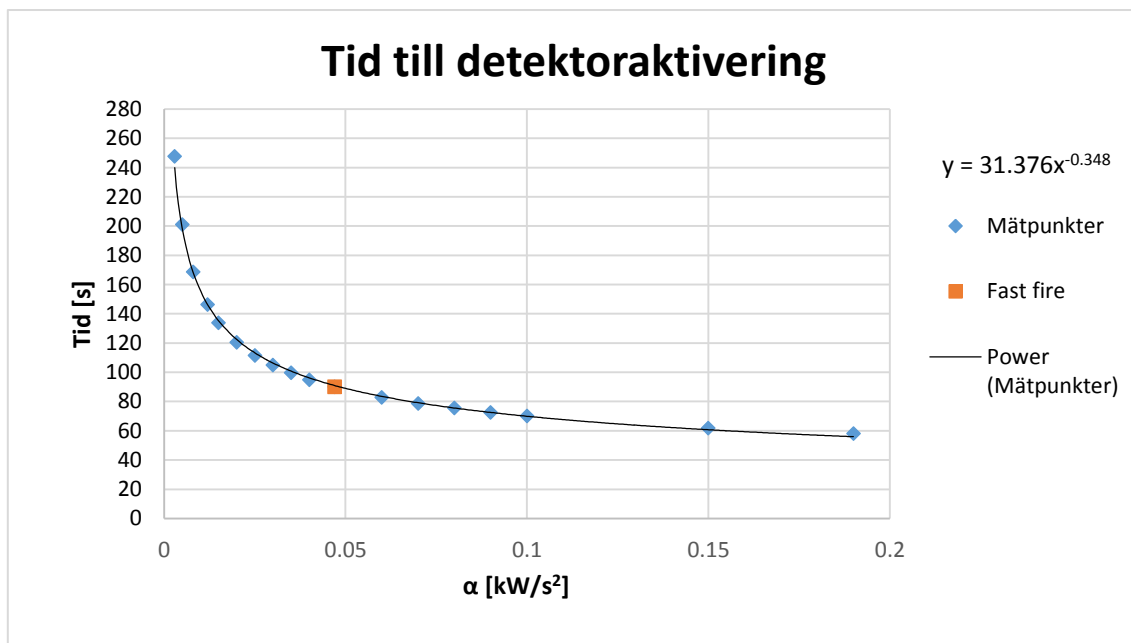
Indata Grundscenario	SFI Handberäkningar	SFI Simulex-simulering
Antal personer	150 st	150 st
Varseblivningstid	40 s	40 s
Förberedelsetid	30 s	30 s
Dörrbredd	0,9 m	0,9 m
Avstånd mellan brand & detektor	6 m	-
Gånghastighet	1,3 m/s	1,3 m/s
Personflöde	1,4 p/sm ^a	-
t_{gång}	4,6 s	
t_{dörr}	119,0 s	

^a Personflödet genom utrymningsvägen på SFI är hämtad ur en finsk studie där experiment på utrymningstid utförts (Rinne et al., 2010).

9.5.2 Varseblivningstid

Varseblivningstiden i detta scenario beräknas till tiden det tar innan brandlarmet startar till följd av att detektorn aktiverat. Tiden till detektoraktivering beräknas med hjälp av programmet DETACT-T2 och FDS. I denna del av SFI finns en detektor placerad på cirka 8 meters avstånd från den dimensionerade branden.

Detektionstiden beror på hur snabbt branden tillväxer och därför varierades tillväxthastigheten för att ta fram ett analytiskt samband mellan detektionstiden och tillväxthastigheten, Figur 70. För den dimensionerade branden i detta scenario aktiveras detektorn efter 1,5 minut vid en tillväxthastighet på 0,047 kW/s², se rektangel Figur 70.



Figur 70. Analytiskt samband mellan detektionstid och tillväxthastighet, α . Kvadraten visar detektoraktivering för givet scenario.

Vid simulering av detektion med FDS fås en aktiveringstid på 40 sekunder när branden brinner med en effekt på 2300 kW. Precis som för de övriga scenarierna så väljs aktiveringstiden från FDS-simuleringarna eftersom DETACT-T2 inte tar hänsyn till sotproduktionen.

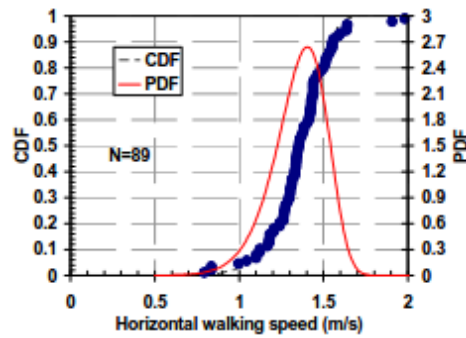
9.5.3 Förberedelsetid

I en finsk studie om evakuering har bland annat ett utrymningsförsök i en gymnasieskola med 500 personer genomförts där förberedelsetiden varierade mellan 20-40 sekunder, om eleverna satt ned och observerade sina klasskamrater innan de agerade (Rinne et al., 2010). Lokalen som undersöks i detta scenario är en del av SFI som är en vuxenutbildning för invandrare. Eleverna här anses sitta på lektion när detektoraktivering sker och därför anses värdet från den finska studien representera förberedelsetiden i detta scenario. Förberedelsetiden sätts till 30 sekunder då detta är ett medelvärde av förberedelsetiden från den finska studien.

För de 30 elever som befinner sig längst ifrån utrymningsvägen är förberedelsetiden förlängd med 30 sekunder på grund av att de ska hinna öppna en skjutvägg innan de kan utrymma.

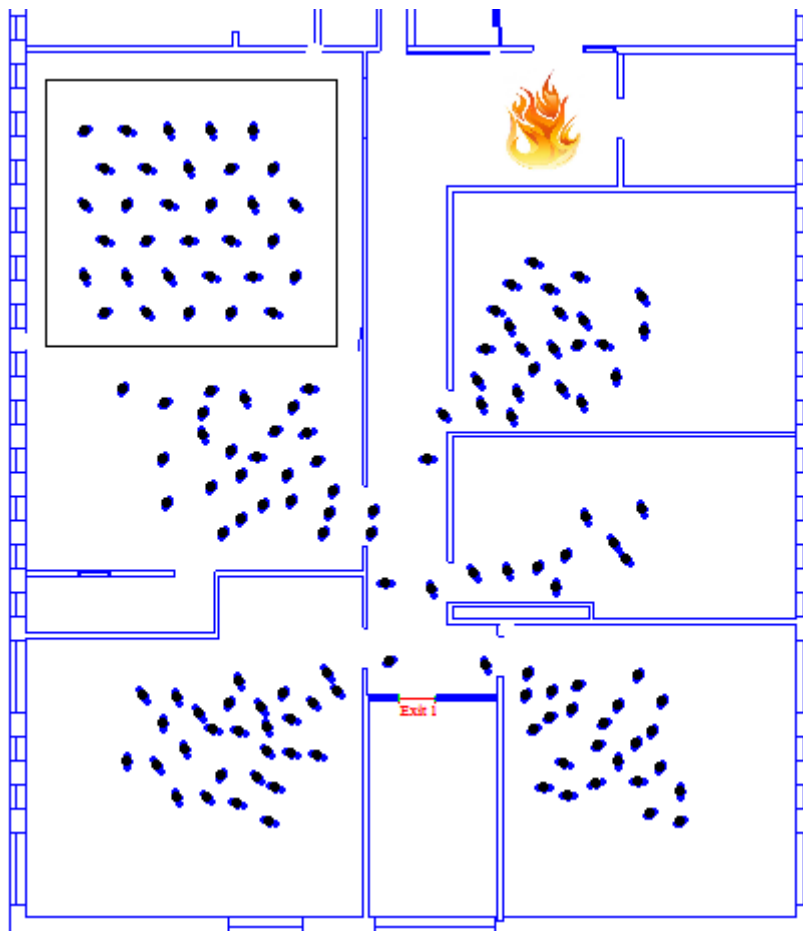
9.5.4 Förflyttningstid

Förflyttningstiden beräknas med simuleringar i Simulex och kontrolleras sedan med handberäkningar, se Bilaga A och ekvation 4-5. Precis som för scenariot på Sprint-gymnasiet så sätts gånghastigheten även i detta scenario till 1,3 m/s eftersom detta är medelgånghastigheten hos vuxna (Rinne et al., 2010), se Figur 71. Simulex-simuleringarna gav en förflyttningstid på drygt 2,5 minuter och handberäkningarna gav en förflyttningstid på 2 minuter. Förflyttningstid från Simulex-simuleringarna kommer att användas vid beräkning av utrymningstiden för att vara så konservativ som möjligt.



Figur 71. Gånghastigheten för vuxna, där medelgånghastigheten är 1,3 m/s (Rinne et al., 2010).

Figur 72 nedan visar var personerna som befinner sig i SFI:s lokaler befinner sig och hur de förflyttar sig mot utrymningsvägen. Rektangeln markerar de personer som har en fördröjd förflyttningstid på grund av att de måste öppna en skjutvägg för att kunna utrymma. Flamman visar var branden är placerad.



Figur 72. Placering av personerna som befinner sig i den del av SFI där branden uppstår. Personerna som är inringade med en rektangel är de som måste öppna en skjutvägg innan de kan utrymma.

9.6 Resultat för Lernia SFI

Utrymningen i SFIs lokaler påbörjas efter 1 minut och pågår till alla har utrymt efter 3 minuter enligt beräkningar i Simulex. Antalet personer som hinner utrymma vid respektive tidsintervall redovisas i Bilaga G. Handberäkningarna ger en total utrymningstid på 3 minuter vilket styrker utrymningstiden beräknad med Simulex, se Tabell 29.

Tabell 29. Resultaten av förflyttningstid och utrymningstid från handberäkningar och Simulex-simulering.

Resultat SFI	Utrymningstid Handberäkning	Utrymningstid Simulex-simulering	Tid till kritiska siktförhållanden	Uppnås säker utrymning
	194 s (3,2 min)	194 s (3,2 min)	65 s (1,1 min)	NEJ

I detta scenario är den tillgängliga tiden 65 sekunder och den simulerade utrymningstiden 193 sekunder.

$$t_{\text{tidsmarginal}} = 65 - 194 = -129 \text{ s}$$

Beräkningen ovan ger en negativ tidsmarginal på 129 sekunder, vilket betyder att kritiska förhållanden hunnit uppnås innan alla människor utrymt. Detta resulterar i att 100 % av människor i lokalen inte hinner utrymma. Att använda tid till kritiska förhållanden för sikt i beräkning av tidsmarginalen ses ett konservativt antagande och detta behandlas i diskussionen.

Tabell 30. Antal människor som hinner eller inte hinner utrymma och hur stor procent av människorna som inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppnås i lokalen.

	Antal personer [st]	Antal som utrymt [st]	Antal som ej utrymt [st]	Procent som ej utrymt [%]
Grundscenario	150	0	150	100

Tabell 30 visar hur många personer som befinner sig i lokalen och hur många som inte hinner utrymma innan kritiska förhållanden uppstår.

9.7 Känslighetsanalys för Lernia SFI

För att studera vilka faktorer som påverkar resultatet mest, görs en känslighetsanalys på det som antas vara scenariets osäkraste parametrar. Detta för att få en uppfattning om vilka parametrar som bör fokuseras på för att få ett säkrare resultat. Denna känslighetsanalys kan sedan användas för att ta fram åtgärder för att människorna som befinner sig i lokalen ska hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppnås.

Parametrar som varierades för scenariot på Lernia SFI.

- Brandens storlek
- Brandens tillväxthastighet
- Antalet utrymmande personer
- Personernas varseblivningstid
- Personernas gånghastighet

Det genomfördes tre FDS-simuleringar för scenariot på Lernia SFI. Förutom grundscenariot, kallad SFI-Fast (grund), som tidigare har beskrivits utfördes en simulering, kallad SFI-Medium, där tillväxthastigheten minskades till medium för att undersöka hur denna parameter påverkar tiden till kritiska förhållanden. Det genomfördes även en simulering för att analysera hur brandens storlek påverkar resultatet. I simuleringen SFI-Liten Fast minskades maxeffekten till 2300 kW. I Tabell 31 nedan redovisas vilken parameter som har varierats för de olika simuleringarna jämfört med grundscenariot.

Tabell 31. Indata för simuleringar i FDS för Lernia SFI.

Simulering	Effekt [kW]	Tid till maxeffekt [s]
SFI-Fast (grund)	4300	300
SFI-Medium	4300	600 (+100 %)
SFI-Liten Fast	2300 (-53 %)	300

I Tabell 32 redovisas resultaten från simuleringarna i känslighetsanalysen jämförda med grundscenariot där tillväxthastighet och brandens storlek har varierats.

Tabell 32. Tider för när kritisk sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd uppstår på Lernia SFI.

Simulering	Tid för sikt [s]	Tid för temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
SFI-Fast (grund)	65	105	65
SFI-Medium	85 (+30 %)	190 (+80 %)	85 (+30 %)
SFI-Liten Fast	73 (+12 %)	140 (+33 %)	73 (+12 %)

Då tillväxthastigheten och brandens storlek inte varierats med samma procentuella värde är det svårt i detta fall att tydligt se vilken parameter som påverkar mest. Tillväxthastigheten verkar ändå påverka mer än brandens storlek enligt Tabell 31 och Tabell 32 ovan.

Precis som för Sprint-gymnasiet utfördes även här en känslighetsanalys på parametrarna personantal, gånghastighet och varseblivningstiden i datorprogrammet Simulex. Parametrarna varierar en i taget medan de andra hålls konstanta.

I Tabell 33 redovisas hur utrymningstiden påverkas av att olika parametrar varierar. Oberoende av vilken parameter som ändras så kommer alla människor vara kvar i lokalen när kritiska förhållanden uppnås. Detta trots att tillväxthastigheten reducerats.

Tabell 33. Känslighetsanalys på vad som påverkar tidsmarginal och hur många som ej hinner utrymma i procent, för scenario SFI.

Förändring av grundscenario	Antal personer [st]	Tillgänglig tid [s]	Utrymningstid [s]	Tidsmarginal [s]	Procent som ej utrymt [%]
Grund	150	65	193	- 129	100
50 personer	50	65	120	- 55	100
100 personer	100	65	184	- 119	100
Gånghastighet 1,1 m/s	150	65	209	- 144	100
Gånghastighet 1,5 m/s	150	65	189	- 124	100
Varseblivningstid 44 s	150	73	197	- 124	100
Liten fast					
Varseblivningstid 52 s	150	85	208	- 123	100
Medium					

Simulex-simuleringarna visar att en reduktion av antalet personer i lokalen är det som påverkar utrymningen mest i detta scenario. Dock är tidsmarginalen fortfarande negativ med 55 sekunder och 100 % av människorna kommer inte hinna utrymma innan kritiska siktförhållanden uppstår. Det sämsta scenariot är om gånghastigheten reduceras till 1.1 m/s, då detta bidrar till en ökad köbildning.

9.8 Analys av eventuellt åtgärdsförslag

Eftersom ingen av personerna i simuleringarna hinner utrymma innan kritiska siktförhållande uppnås och därmed inte kan utrymma säkert krävs åtgärder för att säkerställa personsäkerheten i lokalen. De här kan göras antingen genom åtgärder för att tid till kritiska förhållanden förlängs, eller genom påskyndning av utrymningstiden. I denna analys har åtgärden riktats in på att begränsa branden och därmed förlänga tiden till kritiska siktförhållanden.

På SFI genomfördes en analys av en eventuell åtgärd som hade fokus på tid till kritiska förhållanden och bestod av en FDS-simulering där maxeffekt på branden sänktes till 500 kW och tillväxthastigheten sänktes till medium. I Tabell 34 redovisas resultatet för simuleringen jämfört med grundscenariet.

Tabell 34. Jämförelse av tid till kritiska siktförhållanden mellan grundscenarie och simulering med en mindre brand.

Simulering	Tid till detektoraktivering [s]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Tid till kritisk temperatur [s]	Tid till kritisk höjd på brandgaslagret [s]
SFI-(Grund)	40	65	105	65
SFI-Åtgärd	44	90	200	90

Resultaten visar att tid till kritiska förhållanden för sikt och brandgaslagrets höjd har ökat med cirka 25 sekunder. Tid till kritiska förhållanden för temperaturen uppnås efter 200 sekunder. Detektorn aktiverar 5 sekunder senare. Då inga andra parametrar har ändrats kommer simuleringen i Simulex från grundscenariot användas med undantag för att varseblivningstiden antas vara 5 sekunder längre.

Tabell 35. Förhållandet i antal personer som inte hinner utrymma mellan grundscenariet och med åtgärder.

	Antal personer [st]	Antal som ej utrymt [st]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Procent som ej utrymt [%]	Tidsmarginal [s]
SFI-(Grund)	150	150	65	100	- 129
SFI – Åtgärd	150	120	90	80	- 103

Resultatet för utrymningen med åtgärd visar skillnad från grundscenariot om än inte någon markant skillnad. Antal som utrymmer innan kritiska förhållanden går från 0 till 30 personer enligt Tabell 35. De resterande personerna antas dock hinna utrymma innan kritiska temperaturförhållanden uppnås som sker vid 200 sekunder om de övriga åtgärder som rekommenderas nedan genomförs.

9.9 Åtgärder Lernia SFI

Analysen av eventuella åtgärdsförslag ovan visar på en mindre förbättring av förhållandena vid utrymning. Dock måste åtgärder vidtas om alla personerna som befinner sig på SFI ska kunna utrymma.

Åtgärdsförslag 1. Brandlarmet högst upp i trapphuset *skall* vara kopplad till angränsande verksamhet.

Åtgärdsförslag 2. Soffan och fåtöljerna i korridoren *skall* bytas ut mot möbler med mindre stoppning eller ingen stoppning alls för att undvika en snabb effektutveckling och brandgasspridning i korridoren.

Åtgärdsförslag 3. Hållmagnet kopplad till rökdetektor som automatiskt stänger dörren mellan SFI och huvudtrapphuset vid brand *skall* installeras för att förhindra uppställd dörr och därigenom brandgasspridning mellan olika brandceller.

Åtgärdsförslag 4. Tydligt brandskyddsarbete med elever och lärare *skall* genomföras oftare, samt undervisning angående brandrisker och utrymning.

Åtgärdsförslag 5. Avspärningstejp i trapphuset *skall* tas bort, för att förhindra förvirring kring utrymning via detta trapphus.

9.10 Diskussion Lernia SFI

I scenariot på Lernia SFI erhålls väldigt svaga resultat ur personsäkerhetssynpunkt. I grundscenariot hinner ingen utrymma innan kritiska förhållande för sikt och brandgaslagrets höjd uppnås, därmed kan ingen säker utrymning ske. Utrymningsresultatet påverkas inte heller märkbart när olika parametrar varierar i känslighetsanalysen, eller att utrymningstiden istället jämförs med tiden till kritisk temperatur. Det här beror troligen på att vid Simulex-simuleringarna trängs personerna i dörröppningarna och lämnar inte plats för varandra att utrymma. En annan faktor som påverkar resultatet är de förenklingar som har utförts i FDS-simuleringarna.

Det tas ingen hänsyn till ventilation eller läckage till kringliggande rum i korridoren och därmed blir röken från branden koncentrerad i den förhållandevis lilla korridoren. Dimensioneringen av lokalen kan verka vara en dålig approximation av verkligheten, då inga rum i korridoren tas med i simuleringen. Dock sker läckage ut i trappuppgången, vilket korrigerar felet. Framförallt eftersom dörren bör vara stängd, dörröppningen ut till trapphuset är dessutom högre jämfört med dörröppningarna till klassrummen. Det här gör att läckage ut i trapphuset börjar innan läckage in i klassrummen. Korridoren är så pass liten att rökfylld kommer ske i stort sett oavsett förhållningssätt.

Att se över möblemanget i foajén, innanför huvudentrén, ses som nödvändigt då det aldrig är bra att ha brännbart material i en utrymningsväg. Antingen genom att ta bort möblerna helt eller byta ut möblerna mot möbler med mindre mängd brännbart material. Känslighetsanalysen visar dock att en minskning av maxeffekten måste vara stor för att påverka tiden till kritiska förhållanden nämnvärt.

Analys av eventuella åtgärder visar att tid till kritiska förhållanden förlängs med åtgärden. Den förlängs dock inte så mycket som skulle vara önskvärt då bara 20 % hinner utrymma innan kritiska förhållande uppnås för sikt och brandgaslagrets höjd. Samtliga personer hinner utrymma innan temperaturen når kritiska nivåer men utan marginal. Antagande att alla personer i lokalen hinner utrymma kan då tyckas för optimistiskt och anledningen till detta antagande grundar sig i att geometrin anses vara konservativ. Utan dörrar till klassrum och ut i trapphuset, där utrymningen sker, koncentreras röken i den lilla korridoren och ger konservativa värden. Detta gäller även för simuleringen i Simulex som ger upphov till större köer än vad som skulle uppstå vid en verklig utrymning. Det här finns beskrivet i avsnitt 4.3, vilket också ses som konservativt. Personer i lokalen väntas också ha god lokalkännedom vilket gör att de kan utrymma även efter kritiska förhållande för sikt och brandgaslagrets höjd.

Med åtgärdsförslaget att ett tydligt brandskyddsarbete och den allmänna åtgärden att brandsläckare skall vara utplacerade på lämpliga platser antas säkerheten ändå kunna säkerställas i Lernia SFI:s lokaler. Genom tidiga insatser mot branden och en effektiv utrymning.

Ett problem som uppstår på grund av den uppställda dörren på Lernia SFI våningsplan 4, är rökfylld i trapphuset. Då trapphuset är den viktigaste utrymningsvägen för verksamheter på våningsplan 5 och 6, leder detta till en problematisk utrymning vid rökfylld. Brandlarm finns överst i trapphuset på våningsplan 6, problemet är att detta larm endast är kopplat till Lernias verksamhet på våningsplan 4. Brandlarmet överst i trapphuset bör helt klart först och främst larma verksamheter på våningsplan 6.

Analys av kritiska förhållanden i trapphuset har inte analyserats närmare i rapporten, mestadels på grund av osäkerheter kring hur larm varit kopplade under arbetets gång. Det är gynnsamt med fönster ut mot trapphuset på de övre våningarna. Personer ser därigenom ifall rök finns i trapphuset och kan då välja en annan utrymningsväg.

En genomgång att utrymningsskyltar vid utrymningsvägarna bör genomföras. Skylt med en stoppskylt med texten ”STOP” skrivet stort som beskrivits i avsnitt 6.1 kan skapa förvirring vid utrymning även om det står med liten text under att utgången ska användas som nödutgång. Det är troligt att många elever på SFI inte kan läsa texten under, utan reagerar direkt på STOP-skylten. Språkförbistningar är heller inte något som förstärker utrymningsmöjligheten.

I en annan del av SFI är ett trapphus avspärrat med avspärningstejp, detta finns beskrivet i avsnitt 6.1. Vid utrymning kan detta, på samma sätt som stoppskylten, skapa förvirring om det verkligen är tillåtet att utrymma genom trapphuset. Det är således en vettig åtgärd att ta bort avspärningstejpen i trapphuset.

10 Förslag på övergripande åtgärder

Nedan följer förslag på åtgärder med avsikt att minska sannolikheten för uppkomst av brand, samt minska konsekvensen för personskador i samband med brand.

10.1 Allmänt brandskydd

Åtgärdsförslag 1. Den primära åtgärden *skall* vara att förebygga samt förhindra spridning av brand. Detta genom lättillgängliga handbrandsläckare och begränsat med lättantändligt material.

Åtgärdsförslag 2. Brandlarm mellan de olika verksamheterna med utrymning genom varandras lokaler *skall* sammankopplas, för en säkrare utrymning.

Åtgärdsförslag 3. Dörrar som vetter mot trapphuset *bör* vara försedda med hållmagneter kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörrarna vid brand. Detta för att minimera risken för brandgasspridning hit, samt mellan brandceller.

Åtgärdsförslag 4. Tydligt brandskyddsarbete med elever och lärare *bör* genomföras oftare, samt undervisning angående brandrisker och utrymning.

Åtgärdsförslag 5. Brandövningar *bör* utföras, så elever och lärare får erfarenhet och kunskap i hur en säker utrymning utförs. Det skulle även vara nyttigt att utföra en gemensam utrymning för hela byggnaden, för att därigenom se hur det går.

Åtgärdsförslag 6. Våningsplanen i huvudtrapphuset *bör* utformas till utrymningsplatser för personer med funktionsnedsättning vilket gör att ett tvåvägskommunikationssystem *bör* installeras här.

Åtgärdsförslag 7. Sopkärl, möbler och dylikt *bör* placeras i slutna utrymmen för att förhindra brandspridning.

11 Övergripande diskussion

Nedan följer en övergripande diskussion för hela rapporten.

11.1 Allmänna åtgärder

Vid en utrymning får lärare och övrig anställd personal en naturlig ledarroll för elever och eventuella besökare. Det här gör dem till tydliga förebilder vid utrymning. Därför är det viktigt att all personal får kontinuerlig utbildning och övning i hur de ska bete sig vid händelse av utrymning.

Sammankopplade brandlarm för de olika verksamheterna i Tryckeriet 14 ses som en viktig åtgärd. Det anses som viktigt då många verksamheter har gemensamma utrymningsvägar, samt utrymningsvägar genom varandras verksamheter. För att undvika utrymningslarm till hela byggnaden på grund av ett falsklarm, eller liknande, bör varje verksamhet ha larmlagring. En eller flera personer skulle då kunna ansvara för att se till att utrymning sker för hela byggnaden när detta krävs.

Uppgifter från brandskyddsansvariga i byggnaden tyder på att det inte har genomförts någon gemensam utrymningsövning för hela huset. Detta kan vara en god idé för att uppmärksamma eventuella delar av byggnaden som kan vara problematiska när det gäller utrymning. I samband med utrymningsövningar kan det vara lägligt att ha en genomgång om var närmaste utgångar ligger, både för lärare men framförallt för elever. Den elektroniska enkäten som skickades ut till verksamheternas brandskyddsansvariga gav inga svar och användes därför inte.

Något som berörts i flera scenarion är uppställda branddörrar som inte stängs av hållmagneter kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörrarna vid brand, på grund av krukväxter eller kilar. Skydd mot brandgas/rök-spridning mellan brandceller är viktigt, för att begränsa konsekvenserna måste detta åtgärdas.

11.2 Val av scenarier

De framtagna scenarierna under grovanalysen är endast ett litet antal av alla möjliga riskscenarier som kan inträffa på Tryckeriet 14. Författarna till rapporten har diskuterat fram dessa tio scenarier tillsammans och har försökt vara objektiva i riskvärderingen av scenarierna, som presenteras under grovanalysen. Det är dock sannolikt att larmet, som startades på Sprint-gymnasiet under besöket, påverkade bedömningen av scenariet på Sprint-gymnasiet så att sannolikheten sattes till en högre. Troligen påverkade vår närvaro eleverna på gymnasieskolan, det misstänkts att någon medvetet aktiverade utrymningslarmet här.

Det upplevdes vara stökigare i vissa korridorer. Skolornas olika scheman kan spela in, skolorna med tomma korridorer upplevdes som mer ordentliga och lugna. Vi besökte Tryckeriet 14 under en fredag, det kan tänkas att det är extra stökigt i korridorerna under denna dag hos de skolor som höll undervisning då.

Många av scenarierna i grovanalysen har beskrivits starta som en anlagd brand. Trots att sannolikheten för anlagd brand är relativt vanligt på skolor enligt MSB, så har sannolikheten för detta värderats olika beroende på vilken skola det handlar om. Detta är inte alltid motiverat med en faktisk källa utan är troligen omedvetet baserat på egna värderingar. Det kan tänkas att sannolikheten för anlagd brand inte alls är minimal på Refis, eller att den är hög på Sprint. Tillgången på brännbart material är dock en faktisk källa, som varierar mellan verksamheterna och därmed sannolikheten för anlagd brand.

Valet av de tre riskerna som analyserades vidare baserades på att dessa ansågs ha högst potentiell risk att inträffa. Detta är en av flera metoder det finns att tillgå för att välja ut ”värsta tänkbara riskscenarierna” att arbeta vidare med. Ett alternativt tankesätt hade varit att välja scenarierna med högst konsekvens, då många scenariers sannolikhet värderades som lägre jämfört med dess konsekvens.

11.3 Datorprogram

I alla utvalda scenarier användes FDS för att undersöka tid till kritiska förhållanden. Begränsningar i simuleringar och i FDS som helhet är beskriva i avsnitt 5.3 och Bilaga B. Att verifiera resultaten från FDS-simuleringarna är önskvärt och därför undersöktes möjligheter för detta med både handberäkningar och programmet CFAST. Geometrierna i de valda scenarierna var dåligt lämpade för både CFAST och handberäkningar, därför uteslöts dessa metoder. I och med att ingen verifiering till FDS som helhet har genomförts är det oklart hur säkra FDS-simuleringarna är. Dock verifierades Q^* samt förhållandet mellan brandarean och effektutvecklingen vilket visade godtagbara värden för indata.

Ett scenario uppfyllde inte det önskade värdet i förhållande mellan effekt och storlek på branden, se Bilaga B. Detta var ett misstag då förhållandet ej undersöktes noggrannare innan simuleringarna. Dans-In Stor var scenariet som inte uppfyllde det önskade kriteriet men eftersom denna simulering enbart användes till känslighetsanalysen så kommer detta inte påverka resultatet märkbart.

Den troligtvis största osäkerheten i simuleringarna med FDS är hur mycket sotproduktionen från branden påverkar resultaten för utrymning. Detta undersöktes inte i känslighetsanalysen vilket troligtvis varit en god idé. Detta på grund av att i resultaten från samtliga scenarier uppnås kritiska förhållande för sikt och brandgaslagret höjd först, där sotproduktion är en viktig parameter. Därför hade det varit önskvärt att denna parameter undersökts i känslighetsanalysen, dock uppmärksammades det för sent för att hinna pröva detta.

Det finns även osäkerheter i avläsande av tiden till när kritiska förhållanden uppstår. Brandgaslagrets höjd avlästes visuellt i FDS och då detta är ett snabbt och flytande förlopp är det svårt att uppskatta exakt höjd på brandgaslagret. Det upptäcktes senare i arbetet att det går att lägga till en funktion i FDS som kan mäta brandgaslagrets höjd under hela brandförloppet, men kräver att scenarierna simuleras om vilket tar flera dagar.

Begränsningarna med Simulex har i sin helhet beskrivits tidigare i avsnitt 5.1. Därmed kommer detta inte diskuteras vidare, istället kommer en diskussion om problemen vid Simulex-simuleringar utföras. Resultatet av handberäkningarna skiljer sig en del från simuleringarna. Detta beror bland annat på att handberäkningarna inte tar hänsyn till om personerna har olika förberedelsetid eller gånghastighet, utan då väljs ett värde som representerar de olika tiderna.

Fördelningen sattes till slumpvis fördelning under simuleringarna, dock angavs ingen fördelning på gånghastigheten, det vill säga +/- 0 m/s, på grund av att personerna fastnade i dörröppningarna. Detta ledde till att de inte kunde utrymma. Det skulle dock vara att föredra att personerna gavs en slumpvis fördelning med gånghastigheten +/- 0.5 m/s under simuleringarna, eftersom detta bidrar till en mer naturlig gånghastighet än om alla människor ges samma gånghastighet. Därmed skulle simuleringarna av utrymningstiden bli mer realistiska.

Ytterligare ett problem är att oftast så är förberedelsetiden längre för de personer som befinner sig längst ifrån branden, på grund av att de inte ser branden och väntar tills de ser att andra människor börjar förflytta sig. Detta går dock inte att simulera på ett bra sätt i Simulex eftersom de personer närmst dörren kommer då att blockera utrymningsvägen för personerna närmst branden som påbörjat utrymning.

Utrymningstiden för de tre scenarierna som simulerats i Simulex kan antas vara något snabbare än resultaten i rapporten. Detta beror på att personerna tar en onaturlig utrymningsväg och går efter varandra istället för att passera varandra och därmed uppstår större köer än vad som skulle uppstå i verkligheten och troligen kommer därför utrymningen ske smidigare.

12 Sammanfattade åtgärder

Nedan följer en sammanfattning av de åtgärder som föreslagits för scenarierna, tidigare i rapporten.

Åtgärder som *skall* genomföras för att säkerställa en trygg utrymning.

- Samtliga större sopkärl i korridorerna *skall* bytas ut mot sopkärl av metall, alternativt mindre sopkärl med lock.
- I matsalen *skall* det lilla rummet tas bort och två extra utrymningsdörrar ut mot altanen installeras, samt reducera antalet personer till 250. Ett alternativ skulle vara att installera en brandgasfläkt utöver ovan nämnd åtgärd, vilket då skulle tillåta ett personantal på 350 personer.
- Soffan och fåtöljerna i korridoren på SFI *skall* bytas ut mot möbler med mindre stoppning eller ingen stoppning alls.
- Hållmagneter kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörren mellan SFI och trapphuset vid brand *skall* installeras.
- Avspärningstejp i trapphuset på SFI *skall* tas bort.

Åtgärder som *bör* genomföras för att förbättra säkerheten i byggnaden.

- Rökdetektorn högst upp i trapphuset *bör* vara kopplad till utrymningslarm för angränsande verksamhet och trapphuset.
- Personalen som arbetar under tiden Dans In har öppet *bör* ha genomgått brandskyddsutbildning.
- Ett rum i egen brandcell med branddörr försedd med hållmagnet kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörren vid brand *bör* byggas om de större sopkärlen behövs.
- Möblerna som ställs ut i korridoren under Dans In *bör* förvaras i ett rum istället för att stå i korridoren.

Åtgärder som generellt *skall* eller *bör* genomföras i hela byggnaden.

- Alla dörrar som vetter ut mot huvudtrapphuset och övriga brandceller *skall* vara försedda med hållmagneter kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörrarna vid brand.
- Brandlarm mellan de olika verksamheterna med utrymning genom varandras lokaler *bör* sammankopplas.
- Tydligt brandskyddsarbete med elever och lärare *bör* genomföras oftare, samt undervisning angående brandrisker och utrymning.
- Brandövningar *bör* utföras, så elever och lärare får erfarenhet och kunskap i hur en säker utrymning utförs.
- En gemensam utrymning för hela byggnaden *bör* genomföras.

13 Litteraturförteckning

- Ajprodukter, 2015. *Källsortering för en miljövänligare avfallshantering*. [Online]
Available at: <http://www.ajprodukter.se/avfallshantering/kallsortering/3112164.wf>
[Använd 09 02 2015].
- Bengtson et al., 2003. *Förslag till en kravspecifikation*, Göteborg: Brandskyddslaget.
- Bengtson, S. & Osterling, T., 1990. *Brandskydd: nybyggnadsregler*. 1st red. Stockholm: Svenska Brandförsvarsförbundet (SBF).
- Best Practice gruppen, 2009. *CFD Best Practice*, Köpenhamn: Best Practice gruppen.
- Boverket 1, 2011. *Boverkets författningssamling BFS 2011:2, BBR 18*, Karlskrona: Boverket.
- Boverket 2, 2013. *Boverkets författningssamling BFS 2013:12, BBRAD 3*, Karlskrona: Boverket.
- Boverket 3, 2014. *Boverkets författningssamling BFS 2014:3, BBR 21*, Karlskrona: Boverket.
- Burström, P. G., 2007. *Byggnadsmaterial*. Sverige: Studentlitteratur AB.
- D.W. Stroup och D. Madrzykowski, 2003. *Heat Release Rate Tests of Plastic Trash Containers*, Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- Djurgymnasiet, 2015. *Djurgymnasiet skolans lokaler*. [Online]
Available at: <http://djurgymnasiet.com/>
[Använd 23 04 2015].
- Dr Campbell Williams et al., 2004. *Effectiveness of sprinklers in residential premises*, Watford : Building Research Establishment Ltd 2005.
- Drysdale, D., 2011. *An Introduction to Fire Dynamics*. 3. ed red. Oxford: John Wiley & Sons.
- Evivent, 2015. *Hyrscen/Mobil Scen/ Mobilscen 16 kvm uthyres*. [Online]
Available at: http://evivent.se/scener/scener_scen_uthyrning_hyr_hyra.html#16-kvm
[Använd 10 04 2015].
- Forney Glenn P., 2015. *User's Guide for Smokeview Version 5- A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data*, Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- Frantzich, H., 2001. *Tid för utrymning vid brand*, Karlstad: Lunds Tekniska Högskola.
- Husted, B. P., 2004. *Optical smoke units and smoke potential of different products*, Hvidovre: Danish Institute of Fire and Security Technology.
- Karlsson & Quintiere, B. & J., 2000. *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton: CRC Press .
- Klason et al, L.-G., 2010. *Dimensionerande brand: anlagda skolbränder*, Borås: SP.
- Lantbrukets brandskyddskommitté, 2011. *Handbok för elinstallationer i lantbruk och hästverksamhet*. Stockholm: Lantbrukets brandskyddskommitté.
- Lernia, 2015. *Om utbildningen SFI*. [Online]
Available at: <http://www.lernia.se/utbildning/stockholm/sfi/sfi---svenska-for-invandrare-16252>
[Använd 26 03 2015].
- Linder & Åkesson, 2011. *Fuktsäkerhetsprojektering av prefabricerade byggelement*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Lindström, 2013. *Brandskyddsbeskrivning*, Stockholm: Brandkonsulten AB.

- McGrattan et al., K., 2007. *Fire Dynamics Simultaor (Version 5) User's guide*, Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- McGrattan et al., K., 2014. *Fire Dynamics Simultar User`s Guide*, Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- MSB, 2015. *MSB:s statistik och analysverktyg IDA*. [Online]
Available at: <http://ida.msb.se/ida2#page=a0164>
[Använd 07 04 2015].
- Nezhadi, T., 2014. *Planbeskrivning*, Stockholm: Stadsbyggnadskontoret.
- Nilsson & Holmstedt, 2007. *Kompendium i Aktiva System-Detektion*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Nilsson, D., 2007. *Datorsimulering av utrymning vid brand-inventering av tre angreppssätt*, Lund: Departement of Fire Saftey Engineering.
- Nilsson, D., 2015. u.o., u.n.
- Norgips, 2015. *Brandkrav*. [Online]
Available at: <http://www.norgips.se/projektering/generellt/brandljudkrav>
[Använd 04 03 2015].
- Peacock et al., R. D., 2011. *CFAST-Consolidated Model Of Fire Growth and Smoke Transport*, Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- PyroSim, 2014. *PyroSim User Manual*, Manhattan: Thunderhead Engineering.
- Riddargatan 1, 2007. *Fakta om alkohol och kroppen*. [Online]
Available at: <http://riddargatan1.se/fakta>
[Använd 10 04 2015].
- Rinne et al., 2010. *Data collection and analysis of evacuation situations*, Helsinki: VTT-Technical Research Center of Finland.
- Särdqvist, S., 1993. *Initial Fires*, Lund: Lund University, Institute of Technology.
- SFS 2003:778, 2003. *Lag (2003:778) om skydd mot olyckor*, Stockholm: Justitiedepartementet L4.
- SP, S. t. F., 2005. *CBUF: Fire Safety of Upholstered Furniture*. [Online]
Available at: <http://sp.se/fire/fdb>
[Använd 23 03 2015].
- Tommys Blogg, 2015. *Tommys Blogg*. [Online]
Available at: <http://www.dansin.se/blogg.php>
[Använd 01 03 2015].
- Walton, W. D., 2002. Zone Computer Fire, Models for Enclosures. i: P.J. Di Nenno et al., red. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Quincy: National Fire Protection Association, pp. 3-369.
- Wu, P. K., 2005. *Heat Flux Pipe in Large-scale Fire Tests*, Massachusetts: FM Global.

14 Bilaga A – Utrymningsberäkningar

I detta avsnitt beskrivs ekvationerna som används vid handberäkningar och vilka indatavärden som används vid beräkningar. Även resultaten från känslighetsanalyserna och analys av eventuella åtgärder av scenarierna redovisas nedan.

14.1 Ekvationer utrymning

Vid handberäkningar av förflyttningstiden tillämpas Ekvationerna 4 och 5 (Boverket 2, 2013). För att få fram den totala förflyttningstiden adderas värdena enligt Ekvation 6. Indatavärden från Tabell 36 används i ekvationerna nedan för att kunna utföra handberäkningar på förflyttningstiden för respektive scenario.

$$t_{gång} = \frac{l}{v} \quad \text{Ekvation 4}$$

$$t_{dörr} = \frac{n}{b \cdot f} \quad \text{Ekvation 5}$$

$$t_{förflyttning} = t_{gång} + t_{dörr} \quad \text{Ekvation 6}$$

Utrymningstiden är summan av varseblivningstiden, förberedelsetiden och förflyttningstiden, enligt ekvationen nedan.

$$t_{utrymning} = t_{varseblivning} + t_{förberedelse} + t_{förflyttning} \quad \text{Ekvation 7}$$

14.2 Indatavärden

I Tabell 36 nedan redovisas den indata som används vid simuleringar och handberäkningar i scenarierna. Antalet personer, varseblivningstiden, förberedelsetiden, gånghastigheten och dörrbredd är indata som används i både Simulex-simuleringarna och vid handberäkning. Resterande värden används enbart vid handberäkning. I tabellen nedan redovisas även resultaten av grundscenarierna för respektive verksamhet.

Tabell 36. In data som används vid handberäkningar och Simulex-simuleringar. Även resultaten för förflyttningstid och utrymningstid från både handberäkningar och Simulex-simuleringar redovisas.

Indata-grundscenario	Dans In	Sprint	SFI
Antal personer	400 st	100 st	150 st
Varseblivningstid	30 s	25 s	39 s
Förberedelsetid	60 s ^a	30 s	30 s
Dörrbredd	2,3 m	1,7 m	0,9 m
Avstånd mellan brand & detektor	3,5 m	10 m	6 m
Gånghastighet	0,9 m/s	1,3 m/s	1,3 m/s
Personflöde	1,3 p/sm ^b	1,2 p/sm ^c	1,4 p/sm ^d
l_{trappa}	–	8 m	–
v_{trappa}	–	0,6 m/s	–
t_{gång}	3,9 s	7,7 s	4,6 s
t_{dörr}	144,9 s	50 s	119,0 s
T_{gång, trappa}	–	13,3 s	–
HANDBERÄKNINGAR			
Förflyttningstid	138 s (2,3 min)	60 s (1,0 min)	124 s (2,1 min)
Utrymningstid	227 s (3,8 min)	120 s (2,0 min)	194 s (3,2 min)
SIMULEX			
Förflyttningstid	179 s (3,0 min)	60 s (1,0 min)	159 s (2,7 min)
Utrymningstid	238 s (4,0 min)	140 s (2,3 min)	194 s (3,2 min)

^a Ett approximativt värde på de olika förberedelsetiderna som personerna i lokalen har.

^b Personflödet genom utrymningsvägen i Dans In är hämtad ur en finsk studie där experiment på utrymningstid utförts (Rinne et al., 2010).

^c Personflöde nedför trappa i Sprint-gymnasiet. Värdet är taget ur tabell 3-13.2, SFPE-handboken (Walton, 2002).

14.3 Utdata känslighetsanalys

I Tabell 37 - Tabell 39 nedan redovisas resultaten av handberäkningar och Simulex-simuleringar för känslighetsanalyserna på Dans In, Sprint-gymnasiet och SFI. Även de värden som ändrats vid känslighetsanalyserna redovisas. Övriga värden hålls konstanta, det vill säga samma som för grundscenariet.

I tabellen nedan följer resultaten av känslighetsanalyserna på Dans In.

Tabell 37. Resultat av känslighetsanalyserna och värdena som ändrats vid känslighetsanalyserna på Dans In.

Förändring av grundscenarie	Förflyttningstid [s]	Utrymningstid [s]	Förflyttningstid [s]	Utrymningstid [s]
	Handberäkning	Handberäkning	Simulex	Simulex
Grund	138	278	185	285
300 personer	104	243	162	219
500 personer	171	310	242	296
Förberedelsestid 45 s	138	212	185	246
Förberedelsestid 130 s	138	297	185	292
Varseblivningstid 24 s	138	272	210	285
Ultrafast				
Varseblivningstid 26 s	138	274	210	287
Fast-stor				

I tabellen nedan följer resultatet av känslighetsanalyserna på Sprint-gymnasiet.

Tabell 38. Resultat av känslighetsanalyserna och värdena som ändrats vid känslighetsanalyserna på Sprint-gymnasiet.

Förändring av grundscenarie	Förflyttningstid [s]	Utrymningstid [s]	Förflyttningstid [s]	Utrymningstid [s]
	Handberäkning	Handberäkning	Simulex	Simulex
Grund	60	120	85	140
75 personer	45	100	55	110
150 personer	80	140	105	160
Gånghastighet 1,1 m/s	60	120	95	150
Gånghastighet 1,5 m/s	60	110	65	120
Varseblivningstid 22 s	60	110	80	135
Stor				
Varseblivningstid 34 s	60	120	95	150
Medium				

I tabellen nedan följer resultatet av känslighetsanalyserna på SFI.

Tabell 39. Resultat av känslighetsanalyserna och värdena som ändrats vid känslighetsanalyserna på SFI.

Förändring av grundscenarie	Förflyttningstid [s]	Utrymningstid [s]	Förflyttningstid [s]	Utrymningstid [s]
	Handberäkning	Handberäkning	Simulex	Simulex
Grund	124	194	159	193
50 personer	44	113	52	120
300 personer	168	223	210	265
Gånghastighet 1,1 m/s	125	194	132	209
Gånghastighet 1,5 m/s	123	192	125	189
Varseblivningstid 44 s	124	198	159	197
Liten fast				
Varseblivningstid 52 s	124	206	159	208
Medium				

14.4 Analys av eventuella åtgärdsförslag Dans In

I Dans In genomfördes nedanstående analyser av eventuella åtgärder i Simulex, för att reducera utrymningstiden, se Tabell 40. I detta avsnitt presenteras enbart de förslag som inte används vidare i rapporten. Det åtgärdsförslag som gav bäst resultat redovisades tidigare i rapporten.

Tabell 40. Förhållandet i antal personer som inte hinner utrymma mellan grundscenariet och åtgärdsförslagen, enligt Simulex-simuleringar.

	Antal som utrymt[st]	Antal som ej utrymt [st]	Tid till kritiska siktförhållanden [s]	Procent som ej utrymt [%]
Grundscenarie	155	245	130	61
A) Utrymning via huvudentrén	179	221	130	55
B) Extra dörr på andra sidan befintlig utrymningsväg	247	153	130	38
C) Utan lilla rummet och 1 extra dörr	259	141	130	35

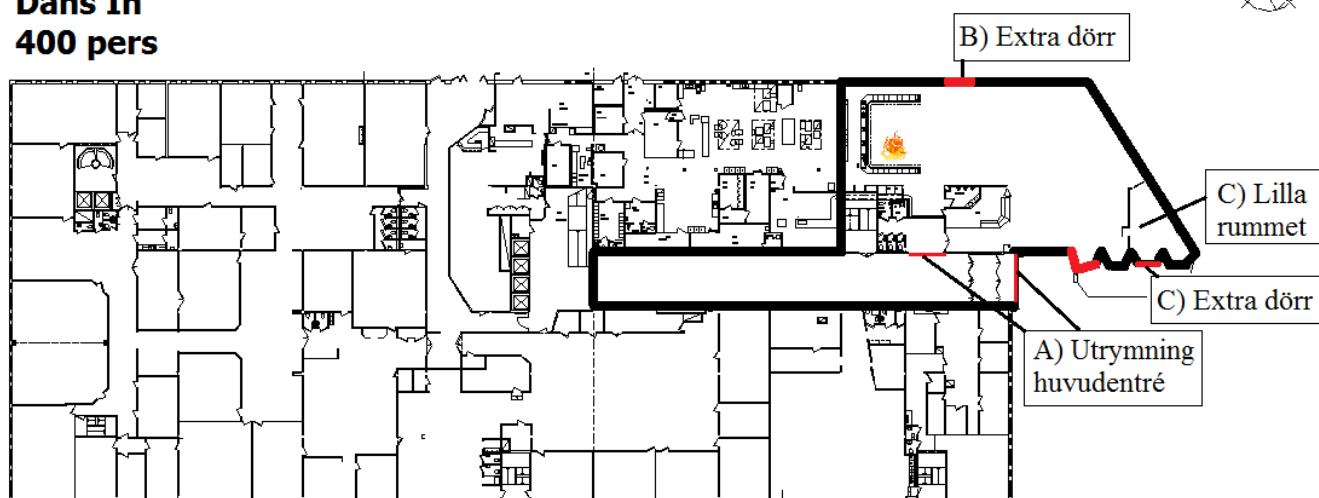
A) Utrymning via huvudentrén: Vid utrymning via huvudentrén med två dörrar á 2.0 meter så förbättras utrymningstiden och antal människor som hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppnås, i förhållande till grundscenariet. Dock är det fortfarande över 50 % av människorna som inte hinner utrymma, vilket inte är tillräckligt bra. Därför genomfördes ytterligare åtgärdsförslag.

B) Extra dörr på andra sidan befintlig utrymningsväg: Om denna dörr som är 1.40 meter bredd installeras så ökar antalet personer som hinner utrymma kraftigt. Hela 62 % hinner utrymma i förhållande till grundscenariet där enbart 39 % hinner utrymma. Dock så är det inte säkert att en installation av en dörr på denna plats är möjlig, eftersom även en trappa måste installeras då och eventuellt finns det inte plats för detta. Trots en kraftig förbättring av antalet personer som hinner utrymma så är det fortfarande inte tillräckligt bra. Därför genomfördes vidare åtgärdsförslag.

C) Utan lilla rummet och 1 extra dörr: Det lilla rummet i matsalen tas bort och en extra dörr placeras sidan om de två befintliga utrymningsvägarna med en bredd på 1.40 meter. Detta resulterar i att knappt 65 % av människorna hinner utrymma innan kritiska siktförhållanden uppstår i förhållande till 39 % som hann utrymma vid grundscenariet. Detta anses dock inte vara tillräckligt för att uppnå att så många människor som möjligt ska kunna visats på Dans In, men samtidigt kunna utrymma säkert. Därför genomfördes ytterligare åtgärdsförslag där det lilla rummet tas bort och två extra dörrar placeras vid sidan om de befintliga utrymningsdörrarna, samt en brandgasfläkt för att öka tiden till kritiska siktförhållanden. Dessa sistnämnda åtgärdsförslag har redan presenterats ovan under avsnitt 7.8.

Figur 73 visar var de olika förändringarna vid åtgärdsförslagen genomförs.

PLAN 3
Dans In
400 pers



Figur 73. De olika förändringarna som genomförs vid åtgärdsförslagen. A) utrymning sker via huvudentrén. B) En extra dörr installeras i väggen som vetter mot nordost. C) Det lilla rummet i matsalen rivs och en extra dörr placeras bredvid de befintliga utrymningsvägarna vid altanen.

15 Bilaga B – FDS och CFAST

I denna bilaga redovisas antaganden och förenklingar av FDS-simuleringar som utförts i rapporten. I alla simuleringar har FDS version 6.1.2 använts.

15.1 Branden

Brandkällornas effektutveckling bestäms efter tidigare forskningsresultat, medan t^2 -kurvorna är uppskattade utefter vad som brinner. Produktion av sot samt kolmonoxid ansätts utefter samma experiment, se Tabell 44. I varje simulering antas en konstant effektutveckling pågå under hela simuleringen efter den fullt utvecklade t^2 -kurvan. Det är bara i Dans In scenarierna som det brännbara materialet inte motsvarar effektutvecklingen under 5 minuter. Ett antagande är att branden sprider sig till närliggande föremål. Därefter håller branden samma effekt, detta för att få en konservativ beräkning av rökfylldhet och värmestrålning i de simulerade fallen.

15.2 Cellstorlek

Cellernas storlek begränsar möjligheten att dimensionera geometrin av varje scenarie. Eftersom det enbart är möjligt att fylla i hela celler är en dörröppning på 1.95 meter inte möjlig att utforma då den minsta använda cellstorleken är 10 cm. Geometrin behövs helt enkelt anpassas efter använd cellstorlek vilket i de tre simuleringarna är 10, 20 och 40 centimetersceller. Det genomfördes inga test för att ta reda på om simuleringarna är grid-oberoende då det ansågs alltför tidskrävande.

10 centimetersceller ansätts runt brandkällorna då detta är det området som är känsligast av påverkan från förenklingar. Resterande områden ansätts till 20 centimetersceller för att spara simuleringstid och i den större simuleringen av Dans In ansätts vissa delar till 40 centimetersceller.

Just cellstorleken i FDS-simuleringarna är viktiga för resultaten. För att undersöka om cellerna är tillräckligt små används beräkning av D^* . Där undersöks om D^*/dx , där dx är cellstorleken, ligger inom ramarna för att beräkning av flöden ovan branden ska bli precisa. ”CFD Best Practice” anger ett värde på $D^*/dx > 10$ och detta värde används som riktmärke i den här rapporten. Nedan följer beräkningsgången (Best Practice gruppen, 2009)

$$D^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_a T_a c_p \sqrt{g}}^{2/5} \quad \text{Ekvation 8}$$

Tabell 41. Indata för beräkning av cellstorleksvalidering.

Beteckning	Värde
ρ_a	1,2 kg/m ³
T_a	293,15 K
c_p	1,005 J/kg*K
g	9,81 m/s ²
Dx	0,1 m

För de olika scenarierna används en cellstorlek på 10 cm. Genom att sätta in olika effekter i Ekvation 8 ger D^*/dx för de tre bränderna följande värden enligt Tabell 42.

Tabell 42. Resultat för cellstorleksvalidering för de olika scenarier.

Brandscenarie	Effektutveckling	D^*/dx
Dans-In	4000 kW	16,7
Dans-In	6000 kW	19,7
Sprint-gymnasiet	1300 kW	10,7
Sprint-gymnasiet	2000 kW	12,7
SFI	2300 kW	13,4
SFI	4300 kW	17,2

Med utgångspunkt från ekvationen till D^* passar cellstorleken till scenarierna. Tre scenarier får ett $D^*/dx > 16$, framförallt 6 MW branden utmärker sig med ett värde på nära 20. Det här ses ändå som ett bra värde, eftersom cellstorleken sett från ekvationen D^*/dx är finare än vad som skulle behövas. Därmed ses cellstorlekarna i simuleringarna som tillfredsställande.

15.3 Brandens storlek

Vid beräkning av brandens yta i FDS undersöks förhållandet mellan effektutveckling och storlek. Effektutvecklingen bör ligga mellan 500 kW/m² och 2500 kW/m² (Best Practice gruppen, 2009). Storleken på branden är 2 m² i alla scenarier. Alla utom ett brandscenarie, Dans-In Stor, uppfyller den här premisen.

15.4 Materialegenskaper

Ansättningen av material på väggar, golv och tak i FDS blir förenklad. Oberoende av geometrisnens egentliga tjocklek för väggar, tak och golv i simuleringarna får dessa bestämda mått beroende på vilket material det består av. Betongens tjocklek sätts till 20 cm tjock, samt 10 cm för gips. Variationer från den verkliga tjockleken kommer att ha en liten påverkan då simuleringstiden bara är 5 minuter. I alla simuleringarna har förenklingen utförts, alla väggar och golv har givits betongs materialegenskaper. Innertaken bestod uteslutande av gipsskivor och därför har taken i alla simuleringar givits materialegenskaper för gips. I Tabell 43 nedan visas vilka materialegenskaper som användes.

Tabell 43. Materialegenskaper för betong och gips i FDS-simuleringarna.

Material	Densitet	Specifik Värmekapacitet	Värmekonduktivitet
Betong*	2300 kg/m ³	1 Kj/(kg * K)	1.7 W/(m * K)
Gips**	625 kg/m ³	0.8 Kj/(kg * K)	0.14 W/(m * K)

* (Burström, 2007)

** (Linder & Åkesson, 2011)

15.5 Detektorer

Detektorer placeras ut på platser där detektorer finns i verkligheten. Endast en detektor per lokal är nödvändig, då intresset ligger i hur lång tid det tar tills rökdetektorn närmst branden aktiveras. Vid simuleringen av Sprint-gymnasiet har rökdetektorn kopplats samman med dörrar i korridoren som öppnas och stängs. Vid simuleringen av SFI finns intresse av när rökdetektorn på SFI aktiveras, samt när rökdetektorn i trapphuset aktiveras då dessa är kopplade till samma system. Då ingen direkt info om rökdetektorernas känslighet, samt huruvida dessa skiljer sig mellan olika verksamheter används FDS default värde för de olika scenarierna. Default värdet är 3,28 % per meter enligt FDS User's Guide 5 (McGrattan et al., 2007) och 3,24 % per meter enligt FDS User's Guide 6 (McGrattan et al., 2014). Båda värdena användes i de olika simuleringarna.

15.6 Slice files

Målet med simuleringarna var att uppskatta tid till kritiska förhållande för sikt, temperatur och brandgaslagrets höjd. Det genomfördes med hjälp av slice files som placerades ut på platser där temperatur och sikt granskades. Kritiska förhållanden med avseende på utrymning granskades vidare i varje scenarie.

I Dans Ins lokaler lades tre slice files in. En i x-led som placerades från utgången in i lokalen, en i y-led som sträckte sig längs med hela lokalen och i z-led lades en på 1,8 m över golvet för att undersöka förhållanden i huvudhöjd.

I Sprint-gymnasiets lokaler placerades två slice files ut, en i y-led längs korridoren och en i z-led. Den senare skulle undersöka förhållanden i huvudhöjd det vill säga 1,8 m över golvet.

På grund av geometrin i Lernia SFIs lokaler placerades det ut fler slice files i detta scenarie. I x-led lades det in två, en i korridoren och en i trapphuset. I y-led lades det in en i trapphuset och i z-led placerades det ut en för varje våning, likt de andra scenarierna var dessa lokaliserade på 1,8 m över golvet.

Grundvärde till FDS

Tabell 44. Bakgrundsmaterial till FDS för att definiera brand till analyserat scenarie.

Scenarie	Material		Vikt	Heat of combustion	Soot yield	CO yield	Källa
Dans In	Skynke	Gardin	6,5 kg	13kJ/g 21.738 kJ/g (Cotton komb)	0.00917 (Cotton komb)	0.0201 (Cotton komb)	http://www.firebid.umd.edu/database-curtains.php Cotton komb: http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/10092/6314/1/t_hesis_fulltext.pdf
Dans In	Plastlåda	PVC	20 kg?	26,8 kJ/g	0,078-0,172	0.063	http://societyfiresafety.com.au/files/Design_Fires.pdf
Sprint	Sopkärl	PVC	13 kg	26,8 kJ/g	0,078-0,172	0.063	??
Sprint	Returpapper	Cellulosa	90 kg	16 kJ/g	0.015	0.004	http://societyfiresafety.com.au/files/Design_Fires.pdf
Sprint	TV	TV	30 kg	30 kJ/g			http://www.firebid.umd.edu/database-electronics.php
SFI	Soffa	Soffa	50 kg *57 kg	24.366 kJ/g *13,4 kJ/g	0.0174	0.0144	http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/10092/6314/1/t_hesis_fulltext.pdf *CBUF - Fire Safety of Upholstered Furniture, EC Report EUR 16477 EN, contact SP for more information: http://www.sp.se/fire/fdb

15.7 Verifiering av CFAST

Simuleringar i CFAST övervägdes som verifiering av FDS resultaten. CFAST är en tvåzonsmodell vilket gör att vissa parametrar i geometrin behöver uppfyllas för att programmet skall kunna användas på ett tillfredsställande sätt. Måtten i längd, bredd och höjd avgör om modellen kan användas, dessa mått bör ej ha för stora variationer (Peacock et al., 2011).

Tabell 45. Resultat för verifiering av CFAST tillsammans med gränsvärden.

Mått	Acceptabelt	Gränsfall	SFI (korridor)	Sprint	Dans In
L/B	<3	$3 < L/B < 5$	5,77	8	3,4
L/H	<3	$3 < L/H < 6$	6,66	13	20,9
B/H	>0,4	$0,2 < B/H < 0,4$	0,833	1,66	6,15

Det finns ett tillägg i CFAST med Corridor flow or shaft algoritmen, vilket gör att tvåzonsmodellen anpassas efter geometrier som överstiger det acceptabla området. I fallet Dans In hade detta fått approximeras som en korridorsmodell, detta är ingen rimlig approximation med tanke på matsalens storlek. Problem hade även uppstått i SFI simuleringen, med en tvåzonsmodell i ett trapphus uppdelad på flera våningsplan. Den enda rimliga simuleringen hade varit i fallet Sprint-gymnasiet med en, corridor flow, inställning. CFAST och dess förutsättningar stämmer dåligt med de granskade scenarierna. Det här resulterar i att CFAST utesluts som en valideringsgranskning av FDS simuleringarna eftersom simuleringssmodellen stämmer så pass dåligt med de berörda scenarierna.

16 Bilaga C – Beräkningar Brandscenarier

16.1 Bränsle eller ventilationskontrollerad brand

För att kontrollera om den teoretiskt högsta brandbelastningen är möjlig, behövs vetskap om syretillgången i det berörda scenariet. Genom att beräkningar fås information om scenariet blir bränsle eller ventilationskontrollerat. Uträkningarna är väldigt förenklade och utförs efter värsta tänkbara scenarie. All luft som strömmar in genom öppningen antas förbrännas i branden och luften antas innehålla 23 massprocent syre.

16.1.1 Teori

$$Q_{max} = 1500A_{\ddot{o}}\sqrt{H_{\ddot{o}}} \quad \text{Ekvation 9}$$

(Karlsson & Quintiere, 2000)

16.1.2 Dans In

I Dans Ins lokaler kommer två dörrar att användas som nödutgångar och det är dessa två dörrar som antas vara de ventilationskontrollerade öppningarna. Dörrarna antas även vara öppna under hela förloppet eftersom sannolikheten är stor att de står uppställda. Arean på öppningarna är $2 * 2,1 \text{ m}^2$ och höjden är 2,1 m. Enligt beräkningen nedan blir den maximala effektutvecklingen:

$$1500 * 4,2 * \sqrt{2,1} = 9100 \text{ kW}$$

9100 kW är en bra bit över brandens effektutveckling och därmed kommer branden i Dans In förbli bränslekontrollerad under hela brandförloppet.

16.1.3 Sprint

Den teoretiskt högsta brandeffekten i Sprint-gymnasiet vid ventilationskontrollerad brand räknas ut genom Ekvation 9. Dörren ut till trapphuset ses som den öppningen som förser branden med syre. En förenkling sker då trapphuset ses som det fria. Eftersom det är en så stor yta med god syretillgång samt människor som hela tiden rör sig ut och in i trapphuset anses detta vara en rimlig förenkling. Då dörren ut till trapphuset är en utrymningsväg med hållmagneter kopplad till branddetektor som automatiskt stänger dörrarna vid brand sätts Q_{max} till hälften. Människor kommer fortfarande utrymma genom dörren, men den kommer vara stängt emellanåt under utrymningen.

Utrymningsvägen är $1,8 * 2,1 \text{ m}$.

$$0,5 * 1500 * 3,78 * \sqrt{2,1} = 4100 \text{ kW}$$

Då den dimensionerade brandutvecklingen på Sprint-gymnasiet ligger en bra bit under den teoretiskt möjliga blir branden bränslekontrollerad.

16.1.4 Lernia SFI

På SFI står dörren öppen till trapphuset, de ventilationskontrollerade öppningarna antas vara i entréplan i trapphuset. Det antas att dessa står mer eller mindre uppställda på grund av utrymning vid en nödsituation. Arean består av två dörröppningar på vardera $2 * 2,1 \text{ m}^2$.

$$1500 * 4,2 * \sqrt{2,1} = 9100 \text{ kW}$$

Även i SFI-fallet blir den teoretiska effektutvecklingen väldigt stor sett utifrån syretillgången.

16.2 Övertändning

Definitionen för övertändning är då brandgaserna är $500\text{-}600^\circ\text{C}$, eller då strålningsnivån mot golvet är runt 20 kW/m^2 (Karlsson & Quintiere, 2000). De tre scenarierna har en struktur som gör att övertändning är svår att uppnå. Det är relativt stora och öppna ytor, samt begränsat med brännbart material. Övertändningsscenarier bortses helt från i scenarierna eftersom temperaturen är alldeles för låg för att övertändning skall vara möjlig.

16.3 Sikt

Siktberäkning för de olika scenarierna följer.

16.3.1 Teori

För att beräkna sikten i scenarierna kan ekvationer med beräkning av obscura användas.

$$Sikt [m] = \frac{10}{OD} \quad \text{Ekvation 10}$$

Den optiska densiteten OD har enheten obscura, vilket är detsamma som dB/m . Således motsvarar 1 obscura 10 meters sikt, vilket är den kritiska nivån för Dans In. Vid de två övriga scenarierna är sikten 5 m, vilket ger ett obscura på 2. Den optiska densiteten kan beräknas enligt ekvation 11:

$$D_0 = OD * \frac{V}{W_1} \quad \text{Ekvation 11}$$

W_1 kan beskrivas med följande ekvation:

$$\Delta W_1 = \int_0^t \frac{\dot{Q}}{\Delta H_c} dt = \int_0^t \frac{\alpha t^2}{\Delta H_c} dt = \frac{\alpha t^3}{3\Delta H_c} \quad \text{Ekvation 12}$$

Undersökta bränder är tillväxande vilket gör att en integrering av uttrycket krävs för att beräkna W_1 . Då tiden för kritiska förhållanden uppnås under tillväxtfasen på alla berörda scenarier behövs inget vidare tillägg.

Den optiska densiteten kan nu räknas fram genom en kombination av ekvationerna.

$$OD = \frac{D_0 * \alpha t^3}{V * 3\Delta H_c} \quad \text{Ekvation 13}$$

Värden för rökpotentialen är tagna ifrån *An Introduction To Fire Dynamics*, ett snittvärde räknas fram utefter fördelningen på det som brinner. Samma sak utförs med hänseende på H_c . (Husted, 2004)

16.3.2 Dans In

$$D_0 = 1,34 [\text{ob m}^3/\text{g}]$$

$$\alpha = 0,047 [\text{kW}/\text{m}^2]$$

$$V = 2500 [\text{m}^3]$$

$$H_c = 23,4 [\text{kJ}/\text{g}]$$

Värden för rökpotentialen är tagna ifrån *An Introduction To Fire Dynamics*, ett snittvärde räknas fram utefter fördelningen på det som brinner. Samma sak utförs med hänseende på H_c .

$$OD = \frac{1,34 * 0,047 * t^3}{2500 * 3 * 23,4} \rightarrow 3,588 * 10^{-7} * t^3$$

Den kritiska nivån för sikt är 10 meter, vilket motsvarar ett obscura på ett. Det gör att tiden enkelt kan lösas ut.

$$t = \sqrt[3]{\frac{1}{3,588 * 10^{-7}}} = 140 \text{ s}$$

På Dans In bortses också från öppningar till utsidan och garderoben. Den stora totala volymen bidrar till osäkerhet i beräkningen.

16.3.3 Sprint

$$D_0 = 0,406 [\text{ob m}^3/\text{g}]$$

$$\alpha = 0,047 \text{ [kW/m}^2\text{]}$$

$$V = 300 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$H_c = 17,4 \text{ [kJ/g]}$$

$$OD = \frac{0,406 * 0,047 * t^3}{300 * 3 * 17,4} \rightarrow 1,218 * 10^{-6} * t^3$$

Den kritiska nivån för sikt är 5 meter, vilket motsvarar ett obscura på två. Det gör att tiden enkelt kan lösas ut.

$$t = \sqrt[3]{\frac{2}{1,218 * 10^{-6}}} = 118 \text{ s}$$

Under beräkningen av kritisk sikt på Sprint-gymnasiet sker vissa förenklingar. Volymen består bara av korridoren, vilket gör att dörrar antas vara stängda, samt att branddörren till övriga delen av korridoren är stängd.

16.3.4 Lernia SFI

$$D_0 = 1 \text{ [ob m}^3\text{/g]}$$

$$\alpha = 0,047 \text{ [kW/m}^2\text{]}$$

$$V = 130 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$H_c = 19 \text{ [kJ/g]}$$

$$OD = \frac{1 * 0,047 * t^3}{130 * 3 * 19} \rightarrow * 6,34 * 10^{-6} * t^3$$

Den kritiska nivån för sikt är 5 meter, vilket motsvarar ett obscura på två. Det gör att tiden enkelt kan lösas ut.

$$t = \sqrt[3]{\frac{1}{6,34 * 10^{-6}}} = 68 \text{ s}$$

Kritisk sikt efter 68 sekunder är ett konservativt värde, eftersom endast volymen av korridoren på SFI tas med i beräkningarna. Öppningen ut till trapphuset och övrigt läckage bortses helt ifrån i beräkningen. Ett snittvärde av värmeutvecklingen beräknas för soffan, samtidigt som rökpotentialen sätts till 1. Det är svårt att veta exakt vad en soffa består av därför blir värdet troligen konservativt.

16.4 Mekanisk ventilation

En förbättringsåtgärd för Dans In är brandgasventilation. För att ansätta ett rimligt värde för ventilationen i FDS utförs en handberäkning av massflödet från plymen. Beräkningsgången är tagen från *Enclosure Fire Dynamics* (Karlsson & Quintiere, 2000), beräkningsgång för ”Mechanical ventilation from upper layer”.

1. Ge z ett värde.
2. Beräkna $\dot{m} = \dot{m}_p = 0.21 \frac{\rho_a^2 g}{c_p T_a} \dot{Q}^{1/3} z^{5/3}$ Ekvation 14
3. Beräkna $T_g = T_a + \frac{\dot{Q}}{c_p \dot{m}_e + h A_w}$ Ekvation 15
4. Beräkna $\rho_g = \frac{353}{T_g}$ Ekvation 16
5. Beräkna $\dot{m}_e = \dot{V}_e \rho_g$ Ekvation 17
6. Kontrollera så att $\dot{m} = \dot{m}_e$ Ekvation 18

Då nivån för kritiska förhållanden beträffande brandgaslagrets höjd är 2 m sätts z till detta.

1. $z = 2$
2. $\dot{m} = \dot{m}_p = 0,21 \frac{1,2^2 * 9,81}{1,005 * 293}^{1/3} * 4000^{\frac{1}{3}} 2^{\frac{5}{3}} = 3,83 \text{ kg/s}$

Massflödet från plymen fås till drygt 4 kg/s.

$$h = \sqrt{\frac{k\rho c}{t}} = \sqrt{\frac{12,9 * 10^5}{400}} = 57 \text{ W/m}^2 * \text{K} = 0,057 \text{ kW/m}^2 * \text{K}$$

h beräknas genom ett snitt på $k\rho c$ för betong och gips (Karlsson & Quintiere, 2000). Tiden sätts till 400 sekunder eftersom det är simuleringstiden, samt tiden då alla människor bör vara ute eller avskrivna från simuleringarna.

3. $T_g = 293 + \frac{4000}{1,005 * 3,83 + 0,057 * 1200} = 348,36$
 $\dot{m} = \dot{m}_e$ Ansätts direkt då detta bör vara samma.
4. $\rho_g = \frac{353}{348,36} = 1,01$
5. $\dot{V}_e = \frac{3,83}{1,01} = 3,8 \text{ m}^3/\text{s}$

Volymflödet från fläktarna bör vara 3,8 m³/s. Det här är dock ett beräknat värde med hög osäkerhet. Det är föga troligt att brandgaserna kommer vara lika varma runt branden som i ändarna på lokalen. Med tanke på den stora areans inverkan sätts fläktens kapacitet till 5 m³/s.

17 Bilaga D – Beräkning av avstånd till kritisk strålningsintensitet

För att kontrollera om kritisk strålningsintensitet uppnås för de undersökta scenarierna, beräknas hur långt ifrån branden som den kritiska strålningsintensiteten uppnås från flammen samt från brandgaslagret.

Kritiska förhållanden med avseende på strålningsintensiteten är 2,5 kW/m² (BBRAD1). Emissiviteten ansätts till det konservativa värdet 1, då det antas att flammen stålar som en svartkropp. Flammans medeltemperatur ansätts till 900 °C (Drysdale, 2011).

Det som beräknas är (1) flammans totala synfaktor som beräknas med metoden att ansätta flammen till en platta som stålar mot en punkt (Karlsson & Quintiere, 2000) samt (2) brandgaslagrets temperatur för att bestämma dess strålningsintensitet.

(1) Strålningsintensiteten från flammen

Totala synfaktorn för flammen beräknas genom ekvation 19 nedan.

$$\dot{q}'' = \varepsilon * \sigma * T^4 * \phi_{tot} \quad \text{Ekvation 19}$$

Där

$$\begin{aligned} \dot{q}'' &= 2500 \text{ W/m}^2 \\ \varepsilon &= 1 \\ \sigma &= 5,67 * 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{K}^4 \\ T &= 900 \text{ }^\circ\text{C} = 1173 \text{ K} \end{aligned}$$

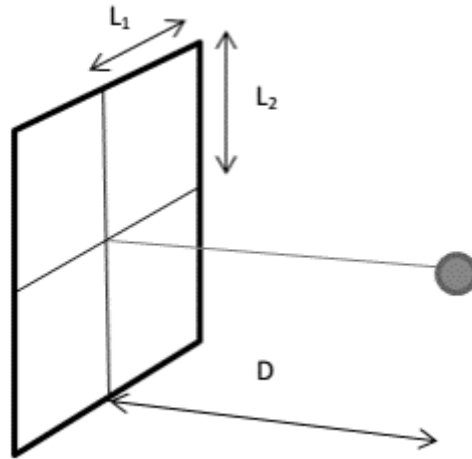
Ger $\phi_{tot} = 0,023$

Där synfaktorn bestäms av s , förhållandet mellan flamedelens sidor och α , förhållandet mellan flamedelens sidor (L_1 och L_2) och avståndet till önskad punkt som utsätts för flammen, se Figur 74. Dessa parametrar s och α hämtas ur tabell 2.8 från boken *An introduction to Fire Dynamics* (Drysdale, 2011). Flammans storlek uppskattas kvalitativt och ansätts till en platt stålande yta, som ger avstånden L_1 och L_2 i meter, se bild. Sträckan D angivs i meter och är avståndet mellan flammen till en punkt, där i detta fall människor antas befinna sig.

$$\phi_{tot} = 4 * \phi_{del}(s, \alpha) \quad \text{Ekvation 20}$$

Där

$$\begin{aligned} s &= L_1/L_2 \\ \alpha &= L_1 * L_2 / D^2 \end{aligned}$$



Figur 74. Strålning från platta till punkt. Förenklad flamma med avstånd till där människor förväntas befinna sig (Drysdale, 2011).

Genom insättning av värdena ovan, beräknas synfaktorn med den givna strålningsintensiteten en total synfaktor från flaman på 0,023. Varje delsynfaktor, ϕ_{del} får därför värdet $0,023/4 = 0,006$ samtidigt som s -värdet beräknas för respektive flamstorlek. Sedan används delsynfaktorn ϕ_{del} tillsammans med s -värdet för att läsa ut ett α -värdet ur tabell 2.8 från boken *An introduction to Fire Dynamics* (Drysdale, 2011). När α -värdet lästs av kan avståndet D beräknas och avståndet till då den kritiska strålningsintensiteten uppnås är beräknad.

(2) Strålningsintensiteten från brandgaslagret

Strålningsekvation 19 ovan används för att beräkna vilken temperatur som krävs på brandgaslagret för att en strålningsintensitet på $2,5 \text{ kW/m}^2$ ska nås. Temperaturvariabeln T bryts ut och synfaktorn ϕ sätts till den konservativa uppskattningen 1. Emissionstalet ansätts till 0,7 (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$T_{brandgaslager} = \left(\frac{\dot{q}''}{\varepsilon \cdot \sigma \cdot \phi_{tot}} \right)^{1/4} \quad \text{Ekvation 21}$$

Där

$$\begin{aligned} \dot{q}'' &= 2500 \text{ W/m}^2 \\ \varepsilon &= 0,7 \\ \sigma &= 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \\ \phi_{tot} &= 1 \end{aligned}$$

Detta ger $T_{brandgaslager, kritisk} = 500 \text{ K} = 230 \text{ }^\circ\text{C}$

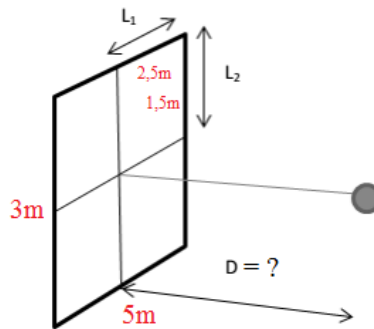
En brandgastemperatur på $230 \text{ }^\circ\text{C}$ avger alltså en kritisk strålningsintensitet på $2,5 \text{ kW/m}^2$. Temperaturen på brandgaslagret mäts utifrån simuleringarna i FDS.

17.1 Dans In – avstånd till kritisk strålningsintensitet

Storleken på scenbranden på scenarie Dans In uppskattas kvalitativt till $5 \times 3 \text{ m}$ (Evolent, 2015) och förenklas till en platt yta.

(1) Strålningsintensiteten från flaman

Längsta avstånden från flamma till närmaste utrymningsväg, eller närmsta plats för köbildning, är 25 m.



Figur 75. Förenklad flamma för scenbranden på Dans In.

Då $\phi_{del}=0,006$

$s = 1,5/2,5 = 0,6$

$\alpha = 1,5*2,5/D^2 = [\text{tabell (Drysdale, 2011)}] = 0,02$

Ger $D = 13,7 \text{ m} \approx 14 \text{ m}$

Då den kritiska strålningsintensiteten når 14 m från branden påverkas inte de utrymnande personerna av denna då de som närmast befinner sig 25 m från branden. **Strålningsintensiteten från flaman når ej kritiska förhållanden inom det berörda området.**

(2) Strålningsintensiteten från brandgaslagret

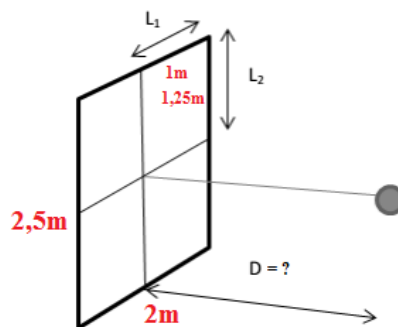
Från FDS-simuleringar mäts att brandgaslagrets temperatur når kritisk strålningsintensitet efter 5 min.

17.2 Sprint-gymnasiet - avstånd till kritisk strålningsintensitet

Branden i Sprint-korridoren antas ta storleken $2 \times 2,5 \text{ m}$ där höjden motsvarar takhöjden.

(1) Strålningsintensiteten från flaman

Närmsta avstånd till utrymningsväg ligger 9 m från branden.



Figur 76. Förenklad flamma för papperskärilbranden på Sprint-gymnasiet.

Då $\phi_{del}=0,006$

$s = 1/1,25 = 0,8$

$\alpha = 1*1,25/D^2 = [\text{tabell (Drysdale, 2011)}] = 0,02$

Ger $D = 7,9 \text{ m} \approx 8 \text{ m}^*$

*Denna brands placering ligger i avskilt från utrymningsvägar som förväntas användas inne på Sprint-gymnasiet. Här spelar brandgaslagrets strålningsintensitet en större roll.

(2) Strålningsintensiteten från flamman

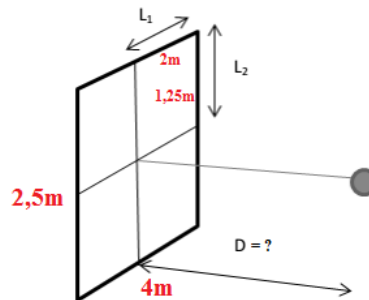
Från FDS-simuleringar mäts att brandgaslagrets temperatur når kritisk strålningsintensitet efter 4 min.

17.3 Lernia SFI - avstånd till kritisk strålningsintensitet

Soffbranden på Lernia SFI uppskattas kvalitativt till 4x2,5 m. Längden representerar en soffa och två fåtöljer och höjden motsvarar takhöjden i utrymmet.

(1) Strålningsintensiteten från flamman

Närmsta avstånd till utrymningsväg ligger 15 m från branden.



Figur 77. Förenklad flamma för soffbranden på Lernia SFI.

Då $\phi_{det}=0,006$

$s = 1,25/2 = 0,625$

$\alpha = 1,25*2/D^2 = [\text{tabell (Drysdale, 2011)}] = 0,02$

Ger $D = 11,2 \text{ m} \approx 11 \text{ m}$

Då den kritiska strålningsintensiteten når 11 m från branden påverkas inte de utrymnande personerna av denna så de som närmast befinner sig 15 m från branden. **Strålningsintensiteten från flamman når ej kritiska förhållanden inom det berörda området.**

(2) Strålningsintensiteten från flamman

Från FDS-simuleringar mäts att brandgaslagrets temperatur når kritisk strålningsintensitet efter 4 min.

18 Bilaga E – Bakgrund till effektkurvorna

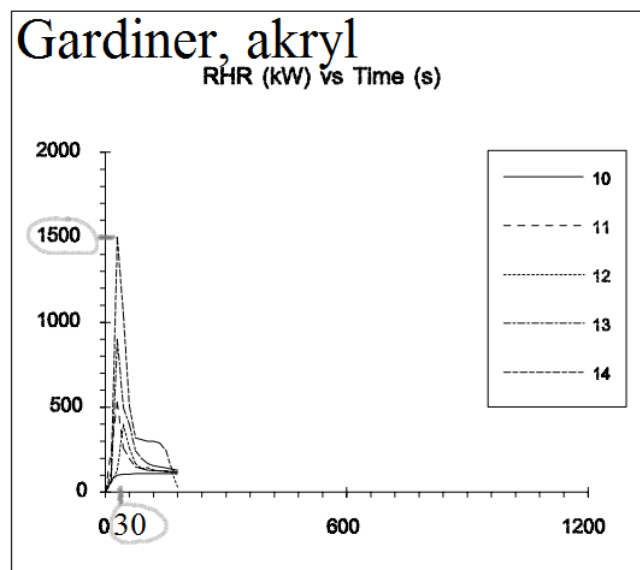
HRR, Heat Release Rate, för valda material är tagna för fritt brinnande objekt, förutom värdena för en brinnande gardin. Antar alfa t²-kurva för brandutvecklingen.

18.1 Dans In – scenbrand

Tabell nedan visar information från forskningsresultat som ligger till grund för framtagning av effektkurva för scenarie Dans In.

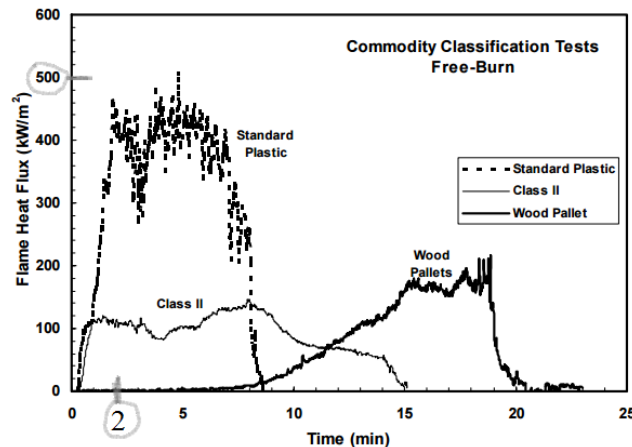
Tabell 46. Bakgrundsmaterial för bestämning av effektkurva för scenbrand.

Verkligheten	Jmf forskningar	HRR forskning	t till HRR	Beräknad tillväxthastighet, alfavärde	Översatt HRR till verkligheten	Kommentar	Källa
Tyg-skynken	Gardiner	1500 kW för 9 m ²	40 s	0,94 (ultrafast+)	3000 kW för 18 m ²	Gardiner testas hängandes mot en vägg och de är veckade, av akryl. Antändes underifrån.	Initial Fire (Särdqvist, 1993)
Plastförvaring	Plastpallar, standard plast	500 kW/m ²	120 s	0,035 (medium/fast)	1000 kW För 2 m ²		FM Global (Wu, 2005)
				0,047 (fast)	4000 kW	Tillväxthastighet fast eftersom gardinerna brinner fort och antas spridas vidare innan den slocknar.	



Figur 78. Effektkurva för akrylgardin. Källa: Initial Fire.

Standardplast



Figur 79. Effektkurva för standardplast. Källa: FM Global.

Effektkurvorna från forskningsresultat, med liknande objekt som antas brinna i scenariet på Dans In.

Kommentar om förenklingar som utförts

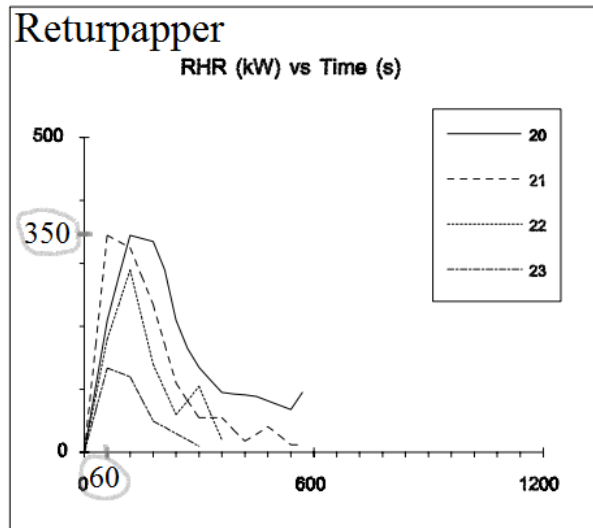
Värdena från forskningen är för gardin hängandes längs en vägg. Detta ger betydligt snabbare brandförlopp. Därför har tillväxthastigheten för detta material inte varit betydande i valet av tillväxthastighet för den totala branden i helhet.

18.2 Sprint-gymnasiet – brand i korridor, returpapper

Tabell 47 nedan visar information från forskningsresultat som ligger till grund för framtagning av effektkurva för scenario på Sprint-gymnasium.

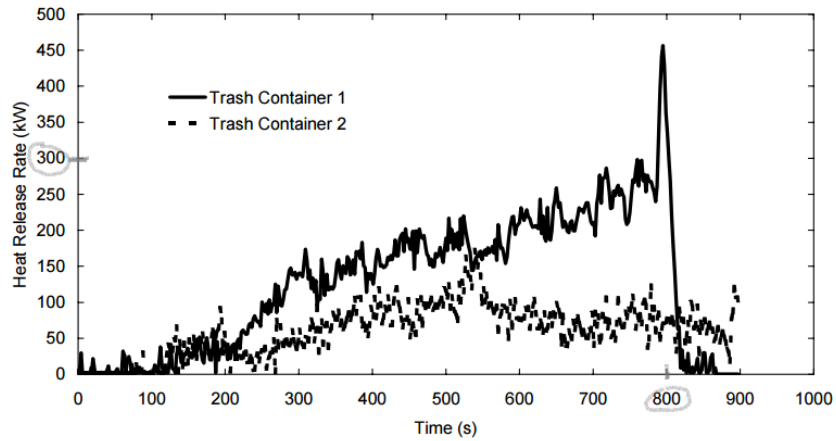
Tabell 47. Bakgrundsmaterial för bestämning av effektkurva för brand i korridor.

Verkligheten	Jmf forskning	HRR forskning	t till HRR	Beräknad tillväxthastighet, alfavärde	Översatt HRR till verkligheten	Kommentar	Källa
Returpapper	Returpapper i skräppåse	350 kW	60 s	0,097 (fast/ultrafast)	-	Används för att motivera en medium/fast brand (istället för ultraslow nedan)	Initial fire: (Särdqvist, 1993)
Sopkärl med returpapper 190 L	Sopkärl med pappersinnehåll, 136 L	300 kW	800 s	0,00047 (ultraslow)	900 kW för tre sopkärl	Tre sopkärl från forskningsförsöket förväntas motsvara ett sopkärl i Sprint-korridoren	NIST: (D.W. Stroup och D. Madrzykowski, 2003)
TV-apparat	TV-apparat	400 kW	900 s	0,00049 (ultraslow)	400 kW	Brittiskt test	BRE: (Dr Campbell Williams et al., 2004)
				0,012 (medium) 0,047 (fast)	1300 kW		

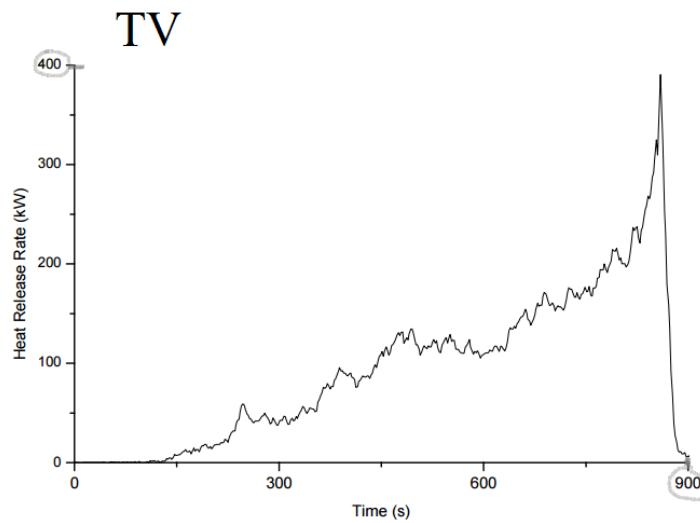


Figur 80. Effektkurva för returpapper. Källa: Initial Fire.

Sopkärl med pappersinnehåll



Figur 81. Effektkurva för sopkärl med innehåll. Den heldragna linjen gäller. Sista piken i grafen är mätfel och gäller inte. Källa: NIST.



Figur 82. Effektkurva för TV-apparat. Källa: BRE.

Effektkurvorna från forskningsresultat, med liknande objekt som antas brinna i scenariet i korridoren på Sprint-gymnasiet.

Kommentar om förenklingar som utförts

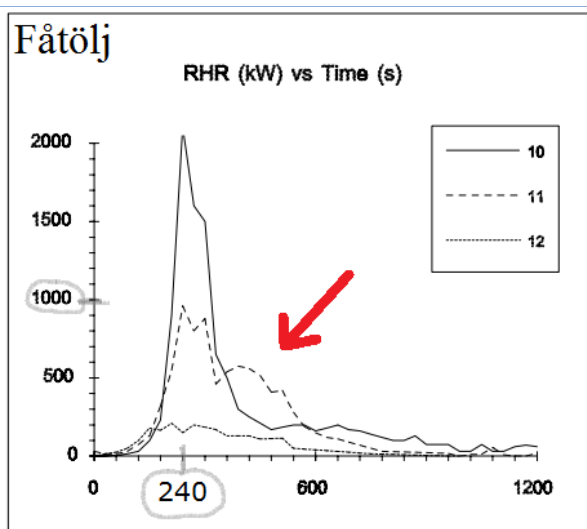
Värdena från forskningen är för fritt brinnande objekt. Objekten i detta scenarie antas stå mot en vägg och får således i verkligheten en högre brandeffekt och tillväxthastighet. Det antas att det är pappersinnehållet som antänds först. Det är därför tillväxthastigheten för papper som är det betydande värdet för bestämning av brandens totala tillväxthastighet.

18.3 Lernia SFI – brand i foajé, soffgrupp

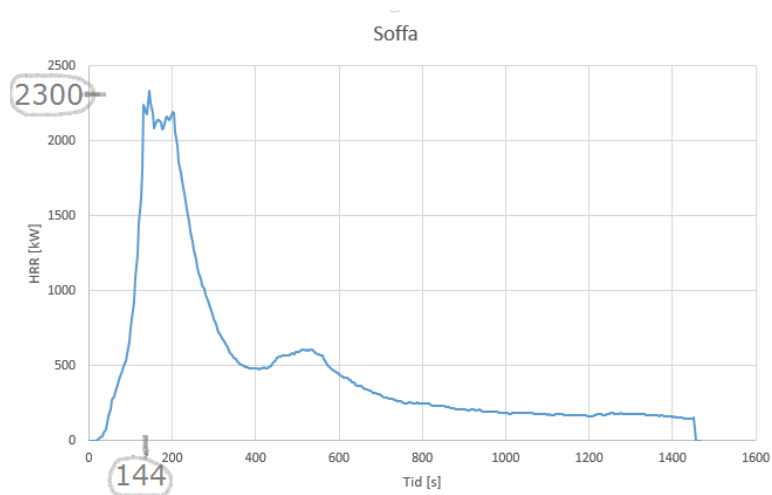
Tabell 48 nedan visar information från forskningsresultat som ligger till grund för framtagning av effektkurva för scenarie på Lernia SFI.

Tabell 48. Bakgrundsmaterial för bestämning av effektkurva för soffbrand.

Verklighet	Jmf tester	HRR test	t till HRR	Beräknad tillväxthastighet, alfavärde	Översatt HRR till verkligheten	Kommentar	Källa
Soffa	Soffa	2330 kW	144 s	0,11 (ultrafast)	2300 kW	3-sitssoffa	SP: (SP, 2005)
Fåtölj	Fåtölj	1000 kW	240 s	0,017 (medium/fast)	1000 kW		Initial fire: (Särdqvist, 1993)
Fåtölj	Fåtölj	1000 kW	240 s	0,017 (medium/fast)	1000 kW		-'-
				0,047 (fast)	4300 kW		



Figur 83. Effektkurva för fåtölj. Streckade linjen gäller. Källa: Initial Fire.



Figur 84. Effektkurva för soffa med plats för tre personer. Källa: SP.

Effektkurvorna från forskningsresultat, med liknande objekt som antas brinna i scenariet i foajén på Lernia SFI.

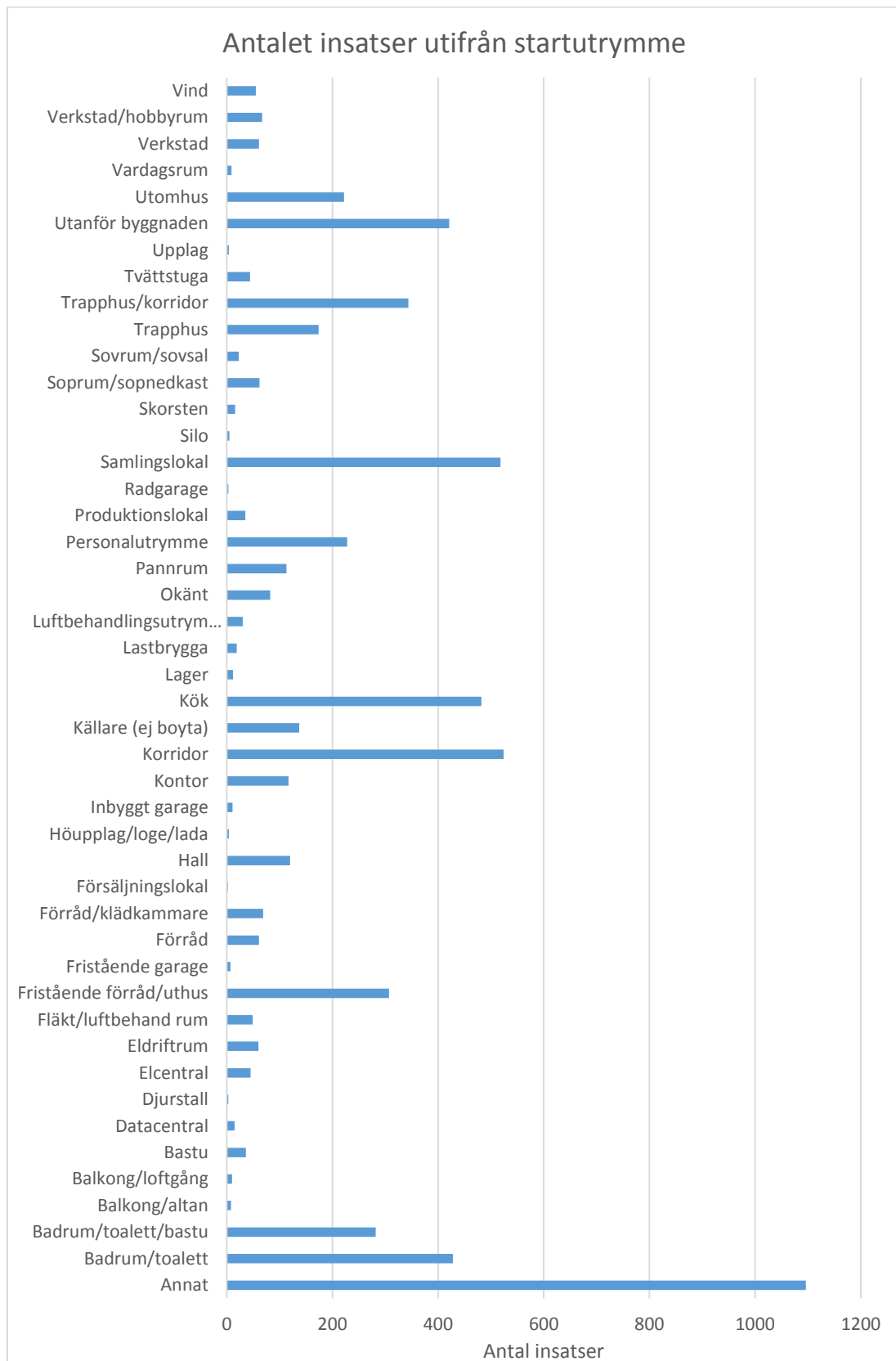
Kommentar om förenklingar som utförts

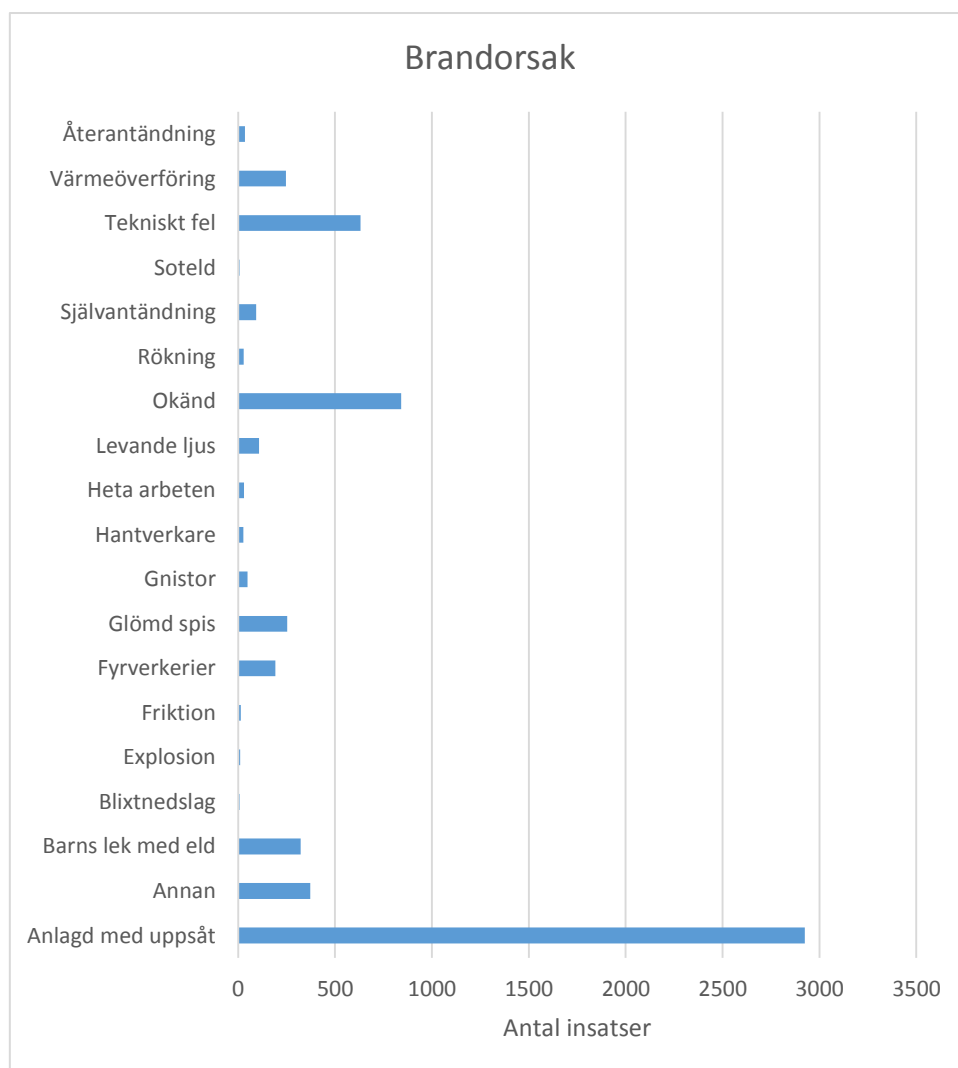
Värdena från forskningen är för fritt brinnande objekt. Objekten i detta scenarie antas stå mot en vägg och får således i verkligheten en högre brandeffekt och tillväxthastighet. Objektens gemensamma tillväxthastighet bestämmer den totala brandens tillväxthastighet för scenariet.

19 Bilaga F – Statistik

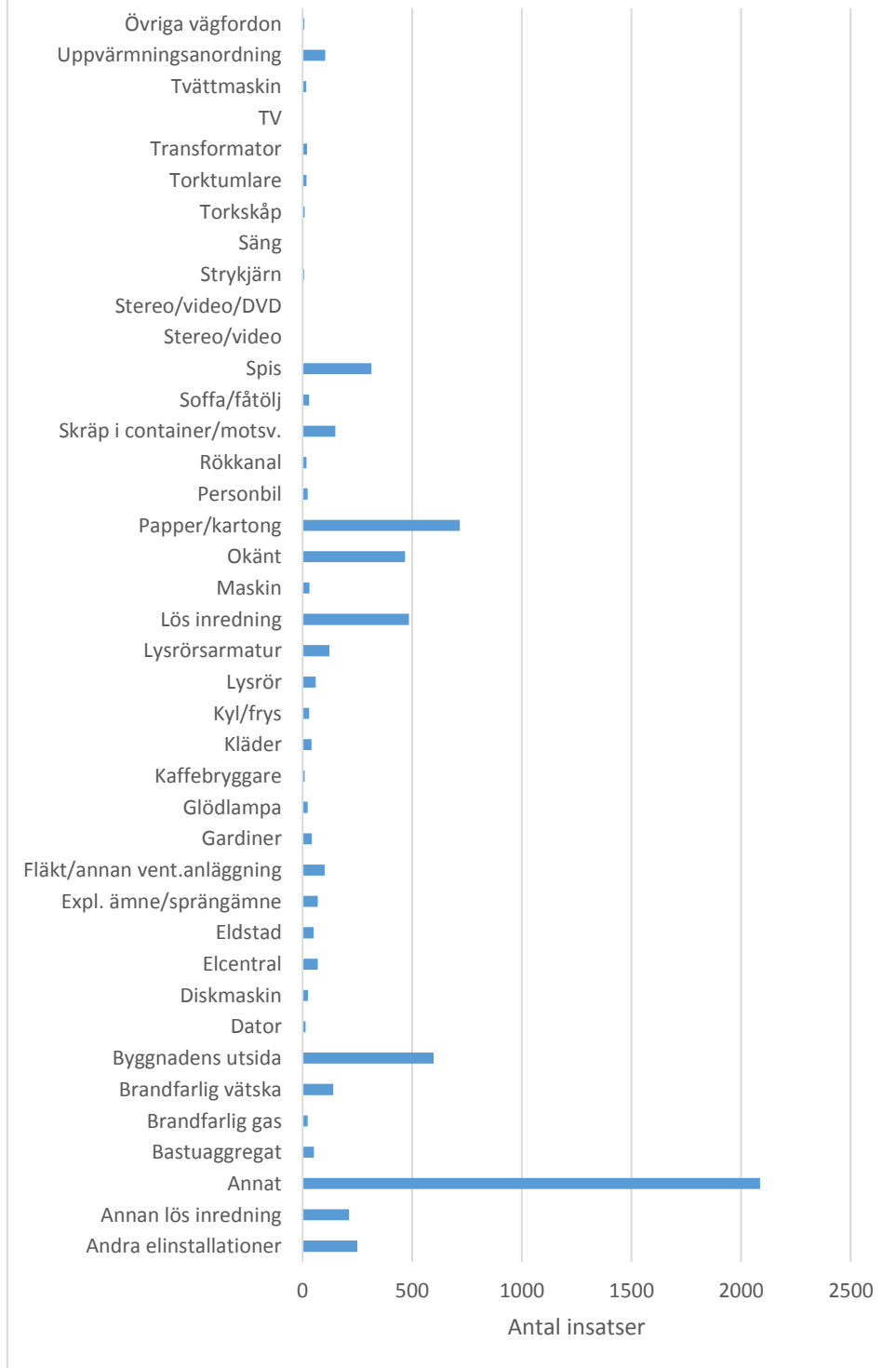
Detaljerad statistik från MSB:s databas IDA.

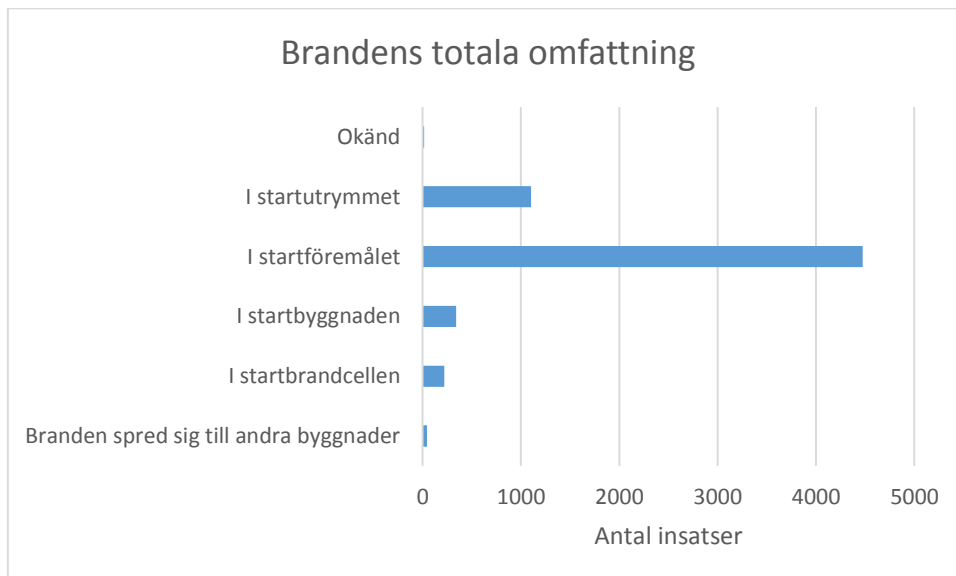
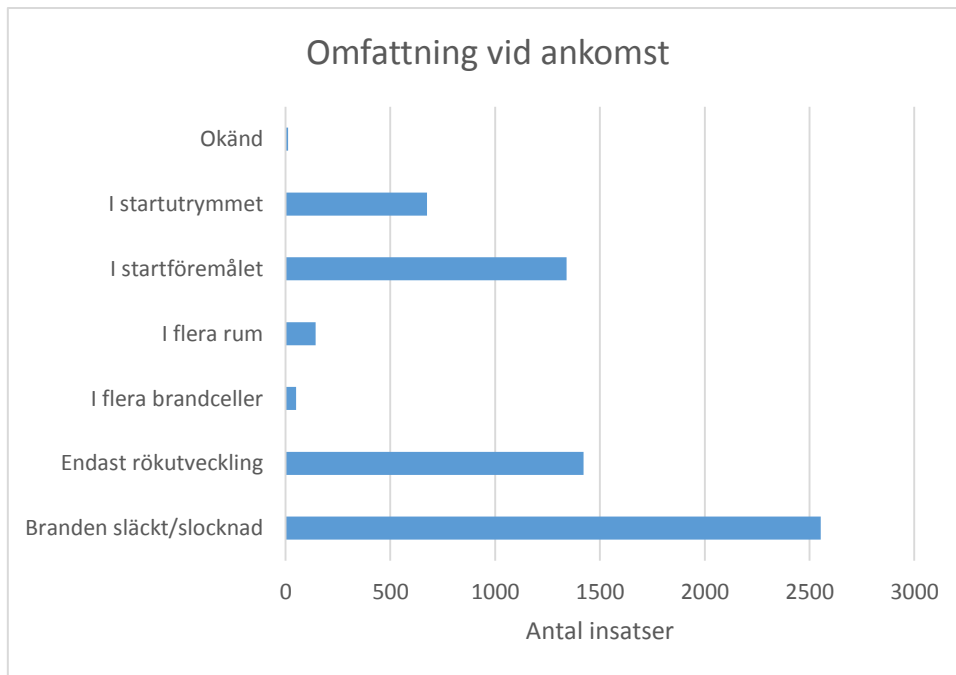
All statistik nedan är för brand i skolbyggnad under åren 1998-2013.





Vanligast startföremål





20 Bilaga G – Simulex utdatafiler

Nedan redovisas utdata på antalet personer som hinner utrymma, genom utrymningsvägarna, från respektive scenarie uppdelat i 5-sekunders intervall.

Dans In

All people reached the exit in 3:57.9.

Number of people through all exits over 5-second periods

Time(s), N (People)

5	0
10	0
15	0
20	0
25	0
30	0
35	0
40	0
45	0
50	0
55	0
60	0
65	4
70	9
75	12
80	9
85	11
90	11
95	12
100	12
105	13
110	11
115	14
120	14
125	12
130	11
135	13
140	11
145	13
150	12
155	12
160	13
165	12
170	11
175	12
180	12
185	12
190	13
195	11
200	12
205	10
210	10
215	12

220	10
225	10
230	10
235	9
240	5

Sprint-gymnasiet

All people reached the exit in 4:01.6.

Number of people through all exits over 5-second periods

Time(s), N (People)

5	0
10	0
15	0
20	0
25	0
30	0
35	0
40	0
45	0
50	0
55	0
60	0
65	0
70	0
75	1
80	7
85	9
90	9
95	11
100	9
105	11
110	11
115	11
120	11
125	12
130	10
135	11
140	10
145	12
150	10
155	10
160	11
165	7
170	5
175	5
180	5
185	5
190	5
195	4
200	4
205	5

210	4
215	4
220	4
225	4
230	4
235	3
240	4
245	2

SFI

All people reached the exit in 3:13.4.

Number of people through all exits over 5-second periods

Time(s), N (People)

5	0
10	0
15	0
20	0
25	0
30	0
35	0
40	0
45	0
50	0
55	0
60	0
65	0
70	0
75	3
80	8
85	7
90	7
95	5
100	5
105	7
110	7
115	5
120	5
125	5
130	5
135	8
140	7
145	7
150	5
155	7
160	6
165	7
170	5
175	6
180	6
185	6
190	7
195	4

21 Bilaga H – FDS-koder

Här redovisas FDS-simuleringarnas koder.

21.1 Dans In

Nedan följer FDS-koden för Dans In. Till känslighetsanalysen genomfördes som tidigare nämnt två ytterligare simuleringar. Eftersom skillnaden mellan dessa simuleringar bara är en rad per simulering redovisas enbart grundscenariets kod i sin helhet.

I ”Dans In-Ultrafast” ändras TAU_Q=-300.0 till TAU_Q=-200.0.

I ”Dans In-Stor” ändras HRRPUA=2000.0 till HRRPUA=3000.0.

Grundscenariets FDS-kod i sin helhet:

```
&HEAD CHID='Dans In'/

&MESH ID='Mesh01', FYI='Korridor', IJK=64,64,24, XB=35.6,48.4,0.0,12.8,0.0,4.8/
&MESH ID='Matsalbak', IJK=72,72,12, XB=-2.8,26.0,0.0,28.8,0.0,4.8/
&MESH ID='Brand', IJK=128,72,48, XB=35.6,48.4,12.8,20.0,0.0,4.8/
&MESH ID='Matsalfram', IJK=90,144,24, XB=48.4,66.4,0.0,28.8,0.0,4.8/
&MESH ID='Matsalbak2', IJK=48,144,24, XB=26.0,35.6,0.0,28.8,0.0,4.8/
&MESH ID='Matsalfram2', IJK=30,72,12, XB=66.4,78.4,0.0,28.8,0.0,4.8/
&MESH ID='Mesh02', IJK=128,72,48, XB=35.6,48.4,20.0,27.2,0.0,4.8/

&TIME T_END=600.0/

&SURF ID='Eld',
COLOR='RED',
HRRPUA=2000.0,
TAU_Q=-300.0/

&REAC ID='POLYURETHANE_REAC',
FYI='SFPE Handbook, GM27',
FUEL='REAC_FUEL',
C=1.0,
H=1.7,
O=0.3,
N=0.08,
CO_YIELD=0.052,
SOOT_YIELD=0.131/

&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='SD', PROP_ID='Cleary Ionization II', XYZ=47.0,16.0,3.9/

&MATL ID='Betong',
SPECIFIC_HEAT=1.0,
CONDUCTIVITY=1.7,
DENSITY=2300.0/
```

&MATL ID='Gips',
SPECIFIC_HEAT=0.8,
CONDUCTIVITY=0.14,
DENSITY=625.0/

&SURF ID='Betong',
RGB=146,202,166,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='Betong',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.2/

&SURF ID='Gips',
RGB=0,204,51,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='Gips',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.2/

&OBST XB=0.0,36.0,26.6,27.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Yttre1
&OBST XB=7.2,56.4,0.0,0.4,0.0,4.4, SURF_ID='Betong'/ Yttre2
&OBST XB=7.2,7.6,7.2,14.193,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Yttre3
&OBST XB=7.2,62.8,6.8,7.2,0.0,4.4, SURF_ID='Betong'/ Yttre4
&OBST XB=2.0,7.2,13.8,14.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Yttre5
&OBST XB=2.0,2.4,14.2,21.4,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Yttre6
&OBST XB=0.0,2.0,18.6,19.0,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Yttre7
&OBST XB=0.0,0.4,18.6,26.6,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Yttre8
&OBST XB=56.4,56.6,-3.55271E-15,6.8,0.0,4.4, SURF_ID='Betong'/ Yttre9
&OBST XB=64.4,65.0,26.6,26.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=64.6,64.8,26.8,27.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=64.6,65.0,26.4,26.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=64.8,65.2,26.2,26.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=64.8,65.4,26.0,26.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=65.0,65.4,25.8,26.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=65.2,65.4,25.4,25.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=65.4,65.4,25.2,25.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=65.4,65.8,25.2,25.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=65.4,66.2,24.8,25.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=65.8,66.2,24.4,24.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=66.2,66.6,23.6,24.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=66.6,67.0,23.2,23.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=67.0,67.4,22.4,23.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=67.4,67.8,22.0,22.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=67.4,68.2,21.6,22.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=67.8,68.2,21.2,21.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=68.2,68.6,20.8,21.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=68.2,69.0,20.4,20.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=68.6,69.0,20.0,20.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=69.0,69.4,19.2,20.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=69.4,69.8,18.8,19.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=69.8,70.2,18.0,18.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]

&OBST XB=70.2,70.6,17.6,18.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=70.2,71.0,17.2,17.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=70.6,71.0,16.8,17.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=71.0,71.4,16.4,16.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=71.0,71.8,16.0,16.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=71.4,71.8,15.6,16.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=71.8,72.2,14.8,15.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=72.2,72.6,14.4,14.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=72.6,73.0,13.6,14.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=73.0,73.4,13.2,13.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=73.0,73.8,12.8,13.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=73.4,73.8,12.4,12.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=73.8,74.2,12.0,12.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=73.8,74.6,11.6,12.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=74.2,74.6,11.2,11.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=74.6,75.0,10.4,11.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=75.0,75.4,10.0,10.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=75.4,75.8,9.2,10.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=75.8,76.2,8.8,9.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=75.8,76.6,8.4,8.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=76.2,76.6,8.0,8.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=76.6,77.0,7.6,8.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=76.6,77.4,7.2,7.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=65.4,65.4,25.6,26.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=77.0,77.0,6.8,7.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Yttre10 [Segment]
&OBST XB=2.0,7.2,19.0,19.4,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=6.8,7.2,17.8,19.0,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=6.8,10.4,17.8,18.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=10.0,10.4,12.2,17.8,-8.88178E-16,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=10.4,14.0,12.2,12.6,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=13.6,14.0,7.0,16.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=20.8,21.2,9.4,16.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=21.2,28.4,15.8,16.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=46.8,53.8,13.8,14.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=53.6,53.8,9.8,13.8,0.0,1.4, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=46.6,46.8,9.3,9.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=46.6,46.8,9.8,10.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=46.8,53.6,9.8,10.0,0.0,1.4, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=39.2,42.8,11.0,11.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=2.0,12.4,21.4,21.8,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=74.6,76.2,4.4,5.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=71.0,72.6,4.4,5.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=67.4,69.0,4.64774,5.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=64.0,65.6,4.6,5.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=76.2,76.6,4.8,5.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=76.2,77.0,5.2,6.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=76.6,77.4,6.0,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=77.0,77.4,6.8,7.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=75.8,76.2,4.8,4.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=72.6,73.0,4.8,6.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=73.0,73.4,6.0,6.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]

&OBST XB=73.0,73.8,6.4,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=73.4,73.8,6.8,7.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=73.8,74.2,5.6,6.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=74.2,74.6,4.8,5.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=72.2,72.6,4.8,4.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=68.6,69.4,4.8,5.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=69.0,69.4,5.2,5.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=69.4,69.8,5.6,6.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=69.8,70.2,6.8,7.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=69.8,70.6,6.4,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=70.2,70.6,6.0,6.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=70.2,71.0,5.6,6.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=70.6,71.0,4.8,5.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=65.4,65.8,4.8,5.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=65.4,66.2,5.2,5.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=65.8,66.2,5.6,6.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=65.8,67.0,6.0,6.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=66.2,66.6,6.8,7.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=66.6,67.0,6.4,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=66.6,67.4,5.6,6.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=67.0,67.4,4.8,5.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=66.2,66.6,6.4,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=66.2,66.6,6.4,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=66.2,66.2,6.4,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=62.6,62.8,6.8,7.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=62.8,63.0,6.6,6.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=62.8,63.2,6.4,6.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=63.0,63.2,6.2,6.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=63.2,63.4,6.0,6.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=63.2,63.6,5.8,6.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=63.4,63.6,5.6,5.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=63.6,63.8,5.4,5.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=63.6,64.0,5.2,5.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=63.8,64.0,5.0,5.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=64.0,64.2,5.0,5.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=64.0,64.0,4.8,5.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=70.0,70.6,7.0,9.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=68.6,69.0,8.8,10.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=68.6,69.8,10.4,11.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=69.4,69.8,11.2,14.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=69.4,71.0,14.0,14.4,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=70.6,71.4,14.4,14.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=71.0,71.8,14.8,15.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=71.4,71.8,15.2,15.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction [Segment]
&OBST XB=14.0,20.8,9.4,9.8,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=39.2,39.6,7.0,11.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=39.6,42.2,9.0,9.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=42.0,42.2,7.0,9.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=0.0,77.6,8.88178E-16,27.0,0.0,0.4, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,64.8,26.6,27.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=7.2,7.6,0.0,6.8,0.0,4.4, SURF_ID='Betong'/ Obstruction

&OBST XB=34.8,36.0,13.8,14.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=26.8,27.2,9.4,14.6,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=26.8,28.4,14.6,15.0,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=26.8,34.8,9.0,9.4,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=28.0,28.4,15.0,15.8,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=34.4,34.8,9.4,14.2,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=42.4,42.8,12.6,12.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=42.4,43.2,12.2,12.6,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=42.8,43.2,11.0,12.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=42.8,44.0,10.6,11.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,42.8,13.8,14.2,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=42.4,42.8,12.8,13.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=46.2,46.8,10.6,10.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=46.6,46.8,10.8,12.8,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=46.6,46.8,12.8,14.0,0.0,4.0, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=12.4,12.8,19.6,21.6,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=12.4,16.4,19.2,19.6,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=16.0,16.4,19.6,26.8,0.0,3.6, SURF_ID='Betong'/ Obstruction
&OBST XB=35.6,48.4,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=7.2,26.0,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=35.6,48.4,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=7.2,26.0,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=48.4,56.6,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=35.6,48.4,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=7.2,26.0,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=7.2,26.0,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=48.4,56.6,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=26.0,35.6,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=48.4,56.6,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=26.0,35.6,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=35.6,48.4,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=7.2,26.0,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=48.4,56.6,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=26.0,35.6,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=35.6,48.4,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=7.2,26.0,0.0,7.2,4.4,4.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,7.2,12.8,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=66.4,77.6,7.2,27.2,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,20.0,27.2,4.0,4.5, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,7.2,12.8,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,12.8,20.0,4.0,4.5, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=48.4,66.4,7.2,27.2,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=66.4,77.6,7.2,27.2,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,20.0,27.2,4.0,4.5, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,12.8,20.0,4.0,4.5, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=66.4,77.6,7.2,27.2,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=48.4,66.4,7.2,27.2,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,7.2,12.8,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=36.0,48.4,12.8,20.0,4.0,4.5, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=48.4,66.4,7.2,27.2,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction
&OBST XB=66.4,77.6,7.2,27.2,4.0,4.4, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='Gips'/ Obstruction


```

&VENT SURF_ID='OPEN', XB=48.4,66.4,0.0,28.8,4.8,4.8/ Mesh Vent: Matsalfram [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=48.4,66.4,0.0,28.8,0.0,0.0/ Mesh Vent: Matsalfram [ZMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=78.4,78.4,0.0,28.8,0.0,4.8/ Mesh Vent: Matsalfram2 [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=66.4,78.4,28.8,28.8,0.0,4.8/ Mesh Vent: Matsalfram2 [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=66.4,78.4,0.0,0.0,0.0,4.8/ Mesh Vent: Matsalfram2 [YMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=66.4,78.4,0.0,28.8,4.8,4.8/ Mesh Vent: Matsalfram2 [ZMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=66.4,78.4,0.0,28.8,0.0,0.0/ Mesh Vent: Matsalfram2 [ZMIN]

&VENT SURF_ID='Eld', XB=42.0,43.0,15.5,17.5,0.4,0.4/ Eld

```

```

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.4/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.4/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.35/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.35/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.2/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.2/

```

```
&TAIL /
```

21.2 Sprint-gymnasiet

Nedan följer FDS-simuleringars koder för Sprint-gymnasiet. På samma sätt som tidigare redovisas bara grundscenariets kod i sin helhet.

I ”Sprint-Medium” ändras från TAU_Q=-167.0 till TAU_Q=-330.0.

I ”Sprint-Stor” ändras från HRRPUA=650.0 till HRRPUA=1000.0.

Grundscenariets FDS-kod i sin helhet:

```

&HEAD CHID='Sprintfast'/

&MESH ID='Korridor22', IJK=64,45,15, XB=35.2,48.0,-5.0,4.0,0.0,3.0, MPI_PROCESS=0/
&MESH ID='Brandkorridor', IJK=72,60,30, XB=28.0,35.2,-1.0,5.0,0.0,3.0, MPI_PROCESS=1/
&MESH ID='Korridor11', IJK=150,30,15, XB=-2.0,28.0,-1.0,5.0,0.0,3.0, MPI_PROCESS=2/
&MESH ID='Mesh01', IJK=150,40,15, XB=0.0,30.0,5.0,13.0,0.0,3.0, MPI_PROCESS=3/
&MESH ID='Mesh02', IJK=150,30,15, XB=0.0,30.0,-7.0,-1.0,0.0,3.0, MPI_PROCESS=0/

&TIME T_END=300.0/

&REAC ID='POLYURETHANE_REAC',
FYI='SFPE Handbook, GM27',
FUEL='REAC_FUEL',
C=1.0,
H=1.7,
O=0.3,
N=0.08,
CO_YIELD=0.01,
SOOT_YIELD=0.0307/

&PROP ID='Heskestad Ionization',
QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',
ACTIVATION_OBSCURATION=3.24,
LENGTH=1.8/

```

```

&DEVC ID='SD', PROP_ID='Heskestad Ionization', XYZ=29.0,2.4,2.5/
&DEVC ID='BEAM', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=1.0,11.0,2.4,2.4,2.0,2.0/
&DEVC ID='BEAM01', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=12.0,22.0,2.4,2.4,2.0,2.0/

&CTRL ID='Dörr1', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.FALSE., INITIAL_STATE=.TRUE.,
INPUT_ID='tdelay'/
&CTRL ID='tdelay', FUNCTION_TYPE='TIME_DELAY', DELAY=10.0, LATCH=.FALSE.,
INPUT_ID='latch'/
&CTRL ID='latch', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='SD'/
&CTRL ID='Dörr2-4', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.FALSE., INITIAL_STATE=.TRUE.,
INPUT_ID='tdelay2'/
&CTRL ID='tdelay2', FUNCTION_TYPE='TIME_DELAY', DELAY=20.0, LATCH=.FALSE.,
INPUT_ID='latch'/
&CTRL ID='Dörr5-8', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.FALSE., INITIAL_STATE=.TRUE.,
INPUT_ID='tdelay3'/
&CTRL ID='tdelay3', FUNCTION_TYPE='TIME_DELAY', DELAY=30.0, LATCH=.FALSE.,
INPUT_ID='latch'/
&CTRL ID='Dörrtillfria', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.FALSE., INITIAL_STATE=.TRUE.,
INPUT_ID='tdelay4'/
&CTRL ID='tdelay4', FUNCTION_TYPE='TIME_DELAY', DELAY=60.0, LATCH=.FALSE.,
INPUT_ID='latch'/
&CTRL ID='Branddörr', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='SD'/

&MATL ID='Betong',
SPECIFIC_HEAT=1.0,
CONDUCTIVITY=1.7,
DENSITY=2300.0/

&MATL ID='Gips',
SPECIFIC_HEAT=0.8,
CONDUCTIVITY=0.14,
DENSITY=625.0/

&SURF ID='SurfaceBetong',
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='Betong',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.2/

&SURF ID='SurfaceGips',
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='Gips',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

&SURF ID='Fire',
COLOR='RED',
TEXTURE_MAP='psm_fire.jpg',
HRRPUA=650.0,
TAU_Q=-167.0/

&OBST XB=0.0,48.0,0.0,4.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golvkorridor
&OBST XB=0.0,0.2,0.4,1.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=26.0,48.0,3.8,4.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction

```

&OBST XB=24.0,29.0,0.4,0.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=29.0,29.2,0.0,0.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=29.2,37.0,0.0,0.2,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=37.0,37.2,-5.0,0.2,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=37.2,40.0,-5.0,-4.8,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=40.0,40.2,-5.0,0.5,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=40.2,48.0,0.3,0.5,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=37.0,40.0,-4.8,0.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv2
 &OBST XB=47.8,48.0,0.5,4.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.0,29.0,0.4,4.0,2.6,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak1
 &OBST XB=29.0,40.0,0.0,4.0,2.6,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ tak2
 &OBST XB=40.0,48.0,0.5,4.0,2.6,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak3
 &OBST XB=37.0,40.2,-5.0,0.0,2.6,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak4
 &OBST XB=33.0,33.1,0.2,1.6,0.2,2.6, SURF_ID='INERT'/ Brandvägg1
 &OBST XB=33.0,33.1,1.6,2.4,2.4,2.6, SURF_ID='INERT'/ Brandvägg2
 &OBST XB=33.0,33.1,2.4,3.8,0.2,2.6, SURF_ID='INERT'/ Brandvägg3
 &OBST XB=0.0,30.0,4.0,13.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv1klassrum
 &OBST XB=0.0,30.0,-7.0,0.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv2klassrum
 &OBST XB=0.0,0.2,-7.0,0.4,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.0,30.0,-7.0,-6.8,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=29.8,30.0,-7.0,0.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.0,0.2,4.0,13.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.0,30.0,12.8,13.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=29.8,30.0,4.0,13.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=8.0,8.2,-6.8,0.4,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=13.2,13.4,-7.0,0.4,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=22.4,22.6,-7.0,0.4,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=3.8,4.0,4.0,12.8,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=9.8,10.0,4.0,12.8,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=19.4,19.6,4.0,12.8,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=16.0,25.2,3.8,4.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=9.4,15.2,3.8,4.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=1.4,8.6,3.8,4.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.2,0.6,3.8,4.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.6,1.4,3.8,4.0,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=8.6,9.4,3.8,4.0,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=15.2,16.0,3.8,4.0,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=25.2,26.0,3.8,4.0,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=14.8,23.2,0.4,0.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=9.8,14.0,0.4,0.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=2.8,9.0,0.4,0.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.0,2.0,0.4,0.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=2.0,2.8,0.4,0.6,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=9.0,9.8,0.4,0.6,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=14.0,14.8,0.4,0.6,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=23.2,24.0,0.4,0.6,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.6,1.4,3.8,4.0,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr1'/ Dörr1
 &OBST XB=8.6,9.4,3.8,4.0,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr2-4'/ Dörr2
 &OBST XB=15.2,16.0,3.8,4.0,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr2-4'/ Dörr3
 &OBST XB=25.2,26.0,3.8,4.0,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr2-4'/ Dörr4
 &OBST XB=2.0,2.8,0.4,0.6,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr5-8'/ Dörr5

&OBST XB=9.0,9.8,0.4,0.6,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr5-8'/ Dörr6
 &OBST XB=14.0,14.8,0.4,0.6,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr5-8'/ Dörr7
 &OBST XB=23.2,24.0,0.4,0.6,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörr5-8'/ Dörr8
 &OBST XB=0.0,0.2,2.4,4.0,0.2,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.0,0.2,1.6,2.4,2.4,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
 &OBST XB=0.0,0.2,1.6,2.4,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Dörrtillfria'/ DörrtillFRIA
 &OBST XB=33.0,33.1,1.6,2.4,0.2,2.4, SURF_ID='INERT', CTRL_ID='Branddörr'/ Branddörr
 &OBST XB=31.0,33.0,0.2,1.2,0.2,1.6, SURF_ID='INERT'/ Nivåbrand
 &OBST XB=0.0,30.0,-7.0,0.4,2.6,2.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak5
 &OBST XB=0.0,30.0,4.0,13.0,2.6,2.8, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak6

&HOLE XB=0.0,0.2,0.8,1.0,0.2,0.4/ Hole

&VENT SURF_ID='OPEN', XB=48.0,48.0,-5.0,4.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor22 [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=35.2,35.2,-5.0,-1.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor22 [XMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=35.2,48.0,4.0,4.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor22 [YMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=35.2,48.0,-5.0,-5.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor22 [YMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=35.2,48.0,-5.0,4.0,3.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor22 [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=35.2,48.0,-5.0,4.0,0.0,0.0/ Mesh Vent: Korridor22 [ZMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=35.2,35.2,4.0,5.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Brandkorridor [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=30.0,35.2,5.0,5.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Brandkorridor [YMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=30.0,35.2,-1.0,-1.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Brandkorridor [YMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=28.0,35.2,-1.0,5.0,3.0,3.0/ Mesh Vent: Brandkorridor [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=28.0,35.2,-1.0,5.0,0.0,0.0/ Mesh Vent: Brandkorridor [ZMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-2.0,-2.0,-1.0,5.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor11 [XMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-2.0,0.0,5.0,5.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor11 [YMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-2.0,0.0,-1.0,-1.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor11 [YMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-2.0,28.0,-1.0,5.0,3.0,3.0/ Mesh Vent: Korridor11 [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=-2.0,28.0,-1.0,5.0,0.0,0.0/ Mesh Vent: Korridor11 [ZMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=30.0,30.0,5.0,13.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh01 [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,0.0,5.0,13.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh01 [XMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,30.0,13.0,13.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh01 [YMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,30.0,5.0,13.0,3.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh01 [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,30.0,5.0,13.0,0.0,0.0/ Mesh Vent: Mesh01 [ZMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=30.0,30.0,-7.0,-1.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh02 [XMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,0.0,-7.0,-1.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh02 [XMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,30.0,-7.0,-7.0,0.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh02 [YMIN]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,30.0,-7.0,-1.0,3.0,3.0/ Mesh Vent: Mesh02 [ZMAX]
 &VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.0,30.0,-7.0,-1.0,0.0,0.0/ Mesh Vent: Mesh02 [ZMIN]
 &VENT SURF_ID='Fire', XB=31.0,33.0,0.2,1.2,1.6,1.6/ Vent01

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=2.4/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=2.4/

&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.2/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.2/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBZ=2.2/

&TAIL/

21.3 Lernia SFI

Nedan följer FDS-simuleringars koder för Lerina SFI. På samma sätt som tidigare redovisas bara grundscenariets kod i sin helhet.

I ”SFI-Medium” ändras från TAU_Q=-300.0 till TAU_Q=-600.0.

I ”SFI-Liten Fast” ändras från HRRPUA=2150.0 till HRRPUA=1150.0.

Grundscenariets FDS-kod i sin helhet:

```
&HEAD CHID='LerniaSFI'/

&MESH ID='trapphus nedre', IJK=40,80,25, XB=3.0,11.0,18.0,34.0,0.0,5.0, MPI_PROCESS=0/
&MESH ID='sfibranden', IJK=120,60,36, XB=0.0,12.0,12.0,18.0,-0.2,3.4, MPI_PROCESS=1/
&MESH ID='Övre trapphus', IJK=40,80,24, XB=3.0,11.0,18.0,34.0,5.0,9.8, MPI_PROCESS=2/
&MESH ID='SFIövrigt', IJK=20,60,15, XB=0.0,4.0,0.0,12.0,0.0,3.0, MPI_PROCESS=3/
&MESH ID='litetrapphus', IJK=40,10,36, XB=3.0,11.0,16.0,18.0,3.4,10.6, MPI_PROCESS=3/

&TIME T_END=300.0/

&REAC ID='POLYURETHANE_REAC',
FYI='SFPE Handbook, GM27',
FUEL='REAC_FUEL',
C=1.0,
H=1.7,
O=0.3,
N=0.08,
CO_YIELD=0.0144,
SOOT_YIELD=0.174/

&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='SD', PROP_ID='Cleary Ionization II', XYZ=1.0,11.0,2.4/
&DEVC ID='SD2', PROP_ID='Cleary Ionization II', XYZ=9.0,30.0,9.4/
&DEVC ID='BEAM1', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=7.0,7.0,19.0,29.0,2.0,2.0/
&DEVC ID='BEAM2', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=7.0,7.0,19.0,29.0,5.2,5.2/
&DEVC ID='BEAM3', QUANTITY='PATH OBSCURATION', XB=9.0,9.0,19.0,29.0,8.6,8.6/

&MATL ID='Betong',
SPECIFIC_HEAT=1.0,
CONDUCTIVITY=1.7,
DENSITY=2300.0/

&MATL ID='Gips',
SPECIFIC_HEAT=0.8,
CONDUCTIVITY=0.14,
DENSITY=625.0/

&SURF ID='SurfaceBetong',
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='Betong',
```

MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.2/

&SURF ID='Fire',
COLOR='RED',
TEXTURE_MAP='psm_fire.jpg',
HRRPUA=2150.0,
TAU_Q=-300.0/

&SURF ID='SurfaceGips',
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='Gips',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/

&OBST XB=3.0,11.0,33.75,34.0,0.0,3.0, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=3.0,3.25,16.0,34.0,0.0,3.0, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=10.75,11.0,16.0,34.0,0.0,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceBetong'/
&OBST XB=0.0,0.2,0.0,16.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=6.0,6.2,12.5,16.0,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=2.0,6.2,12.4,12.6,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=2.0,2.2,2.0,12.4,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=0.0,6.2,12.5,16.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv1SFI
&OBST XB=2.0,3.6,2.0,2.2,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=3.6,4.0,0.0,2.2,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=0.0,3.6,0.0,0.2,0.0,2.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=0.2,2.0,0.0,12.5,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv2SFI
&OBST XB=2.0,3.6,0.0,2.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv3SFI
&OBST XB=3.0,11.0,16.0,34.0,3.2,3.4, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv2trapphus
&OBST XB=3.0,11.0,16.0,34.0,6.4,6.8, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv3trapphus
&OBST XB=3.0,11.0,33.75,34.0,3.0,10.0, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=3.0,3.25,16.0,34.0,3.0,10.0, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=10.75,11.0,16.0,34.0,3.0,10.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceBetong'/
&OBST XB=3.0,11.0,16.0,16.4,3.0,10.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceBetong'/
&OBST XB=0.0,6.25,12.5,16.0,2.6,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak1SFI
&OBST XB=0.0,2.0,0.0,12.5,2.6,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak2SFI
&OBST XB=2.0,3.75,0.0,2.0,2.6,3.0, COLOR='INVISIBLE', SURF_ID='SurfaceGips'/ Tak3SFI
&OBST XB=0.0,11.0,16.0,16.2,0.2,3.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=3.0,11.0,16.0,34.0,9.6,10.0, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Övretak-trapphus
&OBST XB=8.0,10.0,28.2,29.0,2.8,3.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,27.0,27.8,2.4,2.8, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,25.8,26.6,2.0,2.4, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,24.6,25.4,1.6,2.0, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,23.4,24.2,1.2,1.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,22.2,23.0,0.8,1.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,21.0,21.8,0.4,0.8, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,28.2,29.0,6.0,6.4, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,27.0,27.8,5.6,6.0, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,25.8,26.6,5.2,5.6, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,24.6,25.4,4.8,5.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,23.4,24.2,4.4,4.8, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction
&OBST XB=8.0,10.0,22.2,23.0,4.0,4.4, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Obstruction

```

&OBST XB=8.0,10.0,21.0,21.8,3.6,4.0, REMOVABLE=.FALSE., SURF_ID='SurfaceBetong'/
&OBST XB=3.0,11.0,16.0,22.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv1
&OBST XB=3.0,11.0,29.0,34.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv2
&OBST XB=3.0,8.0,22.0,29.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv3
&OBST XB=10.0,11.0,22.0,29.0,0.0,0.2, SURF_ID='SurfaceBetong'/ Golv4

&HOLE XB=4.0,5.0,16.0,16.2,0.2,2.5/ Hole
&HOLE XB=8.0,10.0,22.0,29.0,3.2,3.4/ Håltrapphus 1
&HOLE XB=8.0,10.0,22.0,29.0,6.4,6.8/ Håltrapphus 2

&VENT SURF_ID='OPEN', XB=11.0,11.0,18.0,34.0,0.0,5.0/ Mesh Vent: trapphus nedre [XMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=3.0,3.0,18.0,34.0,0.0,5.0/ Mesh Vent: trapphus nedre [XMIN]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=3.0,11.0,34.0,34.0,0.0,5.0/ Mesh Vent: trapphus nedre [YMAX]
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=3.0,11.0,18.0,34.0,0.0,0.0/ Mesh Vent: trapphus nedre [ZMIN]
&VENT SURF_ID='Fire', XB=3.0,5.0,12.6,13.6,0.2,0.2/ Vent02

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=5.2/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=5.2/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=8.6/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=8.6/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBZ=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.25/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=1.25/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=6.3/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBX=6.3/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=24.9/
&SLCF QUANTITY='VISIBILITY', PBY=24.9/

&TAIL/

```


22 Bilaga I - Elektronisk enkät

Nedan visas den elektroniska enkäten som skickades ut till verksamheternas brandskyddsansvarig. Enkäten är gjort i Google Form.



Enkätfrågor till personer som av någon anledning befinner sig i byggnad Tryckeriet 14 till vardags

Dina svar är anonyma och är endast till i utbildningssyfte.

Vad är din arbetsroll?

Lärare, vaktmästare, administratör, elev osv

Vilken avdelning tillhör du?

Tex namn på skola eller företagsnamn

Vet du vilken släckutrustning som finns i de lokaler du brukar befinna dig?

- JA
- NEJ

Vad finns det rutiner för vad som ska göras vid brand?

Svara så utförligt du kan.

Vet du var utrymningsvägarna finns?

- JA
- NEJ

Vet du var larmknapparna sitter?

- JA
- NEJ

Så här ser en brandlarmknapp ut...



Var går larmet när larmknappen trycks in?

Har du fått någon information om vad du ska göra i händelse av brand?

Känner du att du är väl förberedd för vad du ska göra i händelse av brand?

Har du deltagit i någon utrymningsövning i denna byggnaden?

- JA
- NEJ

Har du upplevt någon händelse i byggnaden som har lett till eller kunde ha lett till uppkomst av brand?

- JA
- NEJ

Om ja, beskriv händelsen/händelserna:

Har du fått utbildning på att använda:

Handbrandsläckare?

- JA
- NEJ

Brandfilt?

- JA
- NEJ

Hade du i en brandsituation känt dig trygg att använda något av dessa:

Handbrandsläckare?

- JA
- NEJ

Brandfilt?

- JA
- NEJ

Brandfilt och handbrandsläckare



Hur stor är din respekt för brandlarm?

1= Ingen respekt. 5 = Stor respekt.

- 1: Ingen respekt, tror att det är övning och fortsätter med det jag håller på med
- 2
- 3
- 4
- 5: Stor respekt, släpper det jag håller på med och tar mig ut direkt

Vet du var återsamlingsplatsen är, där ni ska samlas om brandlarmet går?

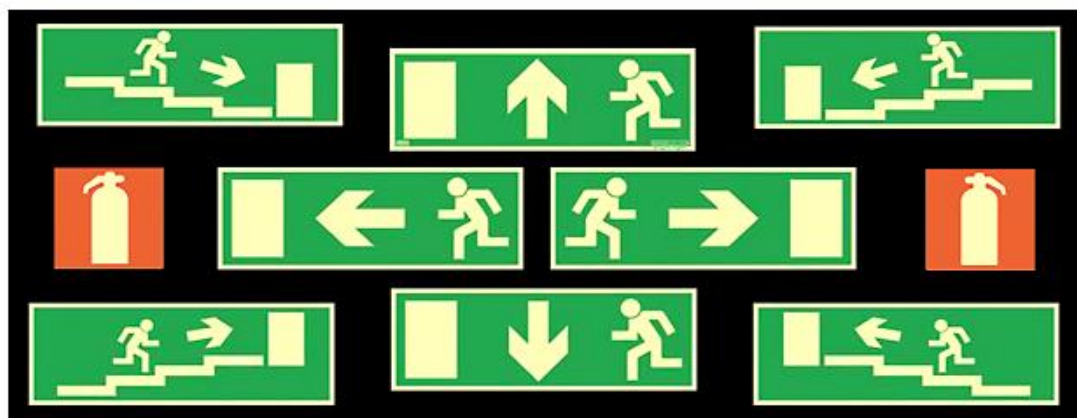
Extrapoäng om du vet var platsen är:

Lärare: Vet du alltid hur många elever du har ansvar över vid utrymning?

- JA, stenkoll
- Har ofta koll
- NEJ, ingen koll
- Övrigt:

TACK FÖR DIN MEDVERKAN!

Dagens tips: Vänj dig vid att titta efter utrymningsskyltar när du är i skolan, på din arbetsplats, i affären eller på gymmet. Så vet du var du snabbt kan ta dig i säkerhet om brandlarmet går.



Skicka

Skicka aldrig lösenord med Google Formulär

