

BRANDTEKNISK RISKVÄRDERING AV GALLERIA FLANADEN, VÄRNAMO

Jonatan Blomstrand, Robin Karlsson
Mari Olsén & Frans Trägårdh

Rapport 9373
Lund, Juni 2010

Avdelningen för
Brandteknik och Riskhantering
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet

Department of Fire Safety Engineering
And Systems Safety
Lund University



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

BRANDTEKNISK RISKVÄRDERING AV GALLERIA FLANADEN, VÄRNAMO

Lund 2010

Jonatan Blomstrand • Robin Karlsson • Mari Olsén
& Frans Trägårdh

OBSERVERA!

Denna 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.

BRANDTEKNISK RISKVÄRDERING AV GALLERIA FLANADEN, VÄRNAMO
FIRE SAFETY EVALUATION OF FLANADEN GALLERIA, VÄRNAMO

Jonatan Blomstrand, Robin Karlsson, Mari Olsén & Frans Trägårdh

Rapport/Report 9373

Språk/Language: Svenska/Swedish

Antal sidor/Number of pages: 90

Handledare/Advisor: Nils Johansson

Keywords

evacuation, arcade, shopping mall, detection, critical conditions, personal safety, fire protection, fire safety evaluation, sensitivity analysis, fire alarm systems.

Sökord

utrymning, galleria, köpcentrum, detektion, kritiska förhållanden, personsäkerhet, brandskydd, brandteknisk utvärdering, känslighetsanalys, brandlarmssystem.

Abstract

This report evaluates the personal safety issues in the event of fire in the Swedish shopping mall "Galleria Flanaden" in Värnamo. The building and its businesses' compliance with Swedish fire safety legislation is verified (most importantly BBR 2008 and SFS 2003:778).

Weaknesses in personal safety (means of evacuation) in the event of fire are verified through an exhaustive on-site inspection and later scrutinized with the use of risk analysis, statistics, design fires, computer programs, hand calculations and other engineering tools.

It is concluded that the arcade is to be considered safe in the event of fire. However to fulfill Swedish fire safety legislation all personnel need to take a bigger part in day-to-day fire prevention with systematic precautions. Also measures to improve emergency exits and their appropriate signposting need to be taken.

© The Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Faculty of Engineering, Lund University, Lund, 2010.

<p>Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering Lunds Tekniska Högskola Lunds Universitet Box 118 221 00 Lund</p> <p>brand@brand.lth.se http://www.brand.lth.se</p> <p>Telefon: 046 - 222 73 60 Telefax: 046 - 222 46 12</p>	<p>Department of Fire Safety Engineering And Systems Safety Lund University P.O. Box 118 SE-221 00 Lund Sweden</p> <p>brand@brand.lth.se http://www.brand.lth.se/english</p> <p>Telephone: +46 46 222 73 60 Fax: +46 46 222 46 12</p>
--	--

SAMMANFATTNING

Denna brandtekniska riskvärdering är gjord i syfte att evaluera säkerhetsnivån på Galleria Flanaden i centrala Värnamo samt att ge förslag till hur denna eventuellt kan förbättras. Gallerian uppfördes ursprungligen 1950 och består av tre våningsplan. År 2001 byggdes fastigheten om till sitt nuvarande skick med kombinerat lägenhetshotell och köpcentrum. Denna rapport är avgränsad till att endast behandla köpcentrat.

Det befintliga brandskyddet består av rökdetektorer, handbrandsläckare, brandposter, brandgasventilation och ett sprinklerarrangemang. Brandgasventilationen är endast avpassad för vissa utrymmen av gallerian och det är bara på källarplanet som den är automatisk. Arkaden i gallerian är försedd med sprinkler. Förutom arkaden är även ett tänkt gångstråk tvärs igenom en av de större butikerna försedd med sprinkler, men då detta inte utgör något heltäckande skydd för lokalen har det inte analyserats ingående i rapporten.

Med anledning av en tidigare incident med spridning av brandgaser mellan butiker i byggnaden har ventilationssystemets funktion vid brand analyserats. I granskningen har riskerna med ett liknande scenario avhandlats. Resultatet visar att riskerna är låga.

För att möjliggöra en grundläggande evaluering av brand- och personskyddet i byggnaden har flera potentiella brandscenarier analyserats. Genom riskanalys har tre scenarier vars följder bedömdes som mycket allvarliga utarbetats. Utmärkande för de tre scenarierna är placering av branden ur utrymningssynpunkt, påverkan från brandförlopp samt sannolikhet för att kunna inträffa.

Resultatet av de analyserade brandscenarierna visar att brandskyddet som i dagsläget verkar i Galleria Flanaden är tillräckligt med avseende på personsäkerheten. Dock föreslås att vissa åtgärder utförs för att bättre uppfylla den brandtekniska lagstiftningen. De förbättringar som bedöms vara av störst betydelse och som ska utföras är:

- Förbättring av det systematiska brandskyddsarbetet.
- Tydlig och synlig skyltning av samtliga utrymningsvägar.

Rapporten behandlar ej egendomsskydd utan endast personsäkerhet i gallerian.

FÖRORD

Vi har jobbat hårt för att den här rapporten ska bli riktigt bra och vår förhoppning är att både Räddningstjänsten i Värnamo och fastighetsbolaget Corallen i Värnamo AB ska kunna dra nytta av de timmar som vi har lagt ner på det här arbetet.

Mödan har varit otroligt lärorik och givande. Gruppen har svetsats samman och fungerat förstklassigt. Vi har haft riktigt kul tillsammans på vägen genom utvärderingen.

Ett stort tack vill vi rikta till följande personer som på ett eller annat sätt bidragit till detta arbete med sitt stöd och engagemang:

Anders Linusson, Arkitekt, Prima Arkitekt AB.

Daniel Nilsson, Teknologie Doktor, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola.

Lars Jensen, Professor, Avdelningen för Installationsteknik, Lunds Tekniska Högskola.

Nils Johansson, Handledare, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola.

Pär Liljekvist, Stf Räddningschef, Räddningstjänsten Värnamo kommun.

Ulla Johansson, Fastighetsansvarig, Corallen i Värnamo AB.

LUND, JUNI 2010

Jonatan, Robin, Mari och Frans

TERMINOLOGI & FÖRKORTNINGAR

a	Riktningskoefficient [-]
A	Area [m ²]
A ₀	Area för öppning [m ²]
A _T	Area för omslutningsytor exklusive öppning [m ²]
D	Flammans diameter [m]
D ₀	Rökpotential [m ² /g]
D _L	Optisk densitet [m ⁻¹]
h _k	Konvektivt värmeövergångstal [W/m ² K]
h	Flamhöjd [m]
h	Höjd för öppning [m]
H	Höjd [m]
H ₀	Öppningens höjd [m]
H _{kritisk}	Höjd på brandgaslager över golvnivå [m]
kρc	Materialkonstant [W ² s/m ⁴ K ²]
L	Längd [m]
m	Massa [kg]
Q	Utvecklad energi [kJ]
Q̇	Effektutveckling [kW]
Q̇ _{FO}	Effekt som krävs för övertändning [kW]
Q̇"	Utsänd strålning [kW/m ²]
t	Tid [s]
T ₀	Temperatur på mottagande objekt [K]
T _f	Flamtemperatur [K]
t _{förberedelse}	Tid från varseblivning till dess att själva förflyttningen påbörjas [s]
t _{förflyttning}	Tid för förflyttning ut ur lokalen [s]
t _{tillgänglig}	Tillgänglig tid vid utrymning [s]
t _{utrymning}	Beräknad tid för utrymningsförlopp [s]
t _{varseblivning}	Tid tills människor blir medvetna om att det brinner [s]
V	Volym [m ³]
W	Bredd [m]

Δh_{eff}	Effektiv förbränningsentalpi [kJ/g]
α	Tillväxthastighet [kW/s ²]
ε	Emissivitet [-]
ϕ	Synfaktor [-]
σ	Stefan-Boltzmanns konstant ($5,67 \cdot 10^{-8}$) [W/m ² K ⁴]

Förkortningar

BBR	Boverkets Byggregler
DCLG	Department for Communities and Local Government
EI	Integritet och isolering (Klassbeteckning för byggnadsdelar)
H&M	Hennes & Mauritz AB
FOA	Försvarets Forskningsanstalt
LTH	Lunds Tekniska Högskola
MSB	Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap
NFPA	National Fire Protection Association
NRC-CNRC	National Research Council Canada
R	Bärförmåga (Klassbeteckning för byggnadsdelar)
RTI	Response Time Index
RTJ	Räddningstjänst
SBA	Systematiskt brandskyddsarbete
SBF	Svenska Brandförsvarsföreningen
SFPE	Society of Fire Protection Engineers
SRV	Statens räddningsverk

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

TERMINOLOGI & FÖRKORTNINGAR	VI
1 INLEDNING	2
1.1 BAKGRUND	2
1.2 SYFTE	2
1.3 MÅL	2
1.4 METOD	3
1.5 AVGRÄNSNINGAR	3
2 OBJEKTSBESKRIVNING	4
2.1 HISTORIK	4
2.2 BYGGNADEN	5
2.3 BUTIKER	6
3 KRAV OCH REKOMMENDATIONER	10
3.1 BRANDSKYDD OCH BRANDSKYDDSDOKUMENTATION	10
3.2 BRANDTEKNISK KLASS	11
3.3 SKYDD MOT BRAND- OCH BRANDGASSPRIDNING MELLAN BRANDCELLER	11
3.4 SKYDD MOT BRAND- OCH BRANDGASSPRIDNING INOM BRANDCELLER	12
3.5 UTRYMNING	12
3.6 UTRUSTNING FÖR UTRYMNING VID BRAND	13
3.7 SYSTEMATISKT BRANDSKYDDSBETE	14
4 UTRYMNINGSDIMENSIONERING	16
4.1 KRITISKA FÖRHÅLLANDEN	16
4.2 UTRYMNINGSFÖRLOPPET	17
4.3 UTFORMNING AV UTRYMNINGSVÄGAR	18

4.4	PERSONTÄTHET	19
4.5	UTRYMNING VIA RULLTRAPPOR	19
4.6	GÅNGAVSTÅND	20
4.7	PERSONER MED FUNKTIONSHINDER	22
5	BEFINTLIGT BRANDSKYDD	24
5.1	BEFINTLIGT BRANDSKYDD I RESPEKTIVE BUTIK	24
5.2	BRANDTEKNISKA INSTALLATIONER	25
6	VENTILATIONSSYSTEMETS FUNKTION VID BRAND	28
6.1	TIDIGARE INCIDENT	28
6.2	RISKIDENTIFIERING	28
7	POTENTIELLA BRANDSCENARIER	32
7.1	METOD FÖR VAL AV BRANDSCENARIER	32
7.2	ÖVERSYN AV POTENTIELLA BRANDSCENARIER	32
7.3	STATISTIK	38
7.4	RISKMATRIS	42
7.5	VAL AV BRANDSCENARIER	44
8	BRANDSCENARIO, SMÅBUTIKER, B.YOUNG & GALLERIX (500 & 200)	48
8.1	SCENARIOBESKRIVNING	48
8.2	TID TILL KRITISKA FÖRHÅLLANDEN	52
8.3	TID TILL UTRYMNING	54
8.4	RESULTAT	57
8.5	KÄNSLIGHETSANALYS	58
8.6	SAMMANFATTNING AV BRANDSCENARIO	60
9	BRANDSCENARIO, H&M (700)	62
9.1	SCENARIOBESKRIVNING	62
9.2	TID TILL KRITISKA FÖRHÅLLANDEN	65
9.3	TID TILL UTRYMNING	66
9.4	RESULTAT	68
9.5	KÄNSLIGHETSANALYS	68
9.6	SAMMANFATTNING AV BRANDSCENARIO	70

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

10 BRANDSCENARIO, LINDEX (900)	72
10.1 SCENARIOBESKRIVNING	72
10.2 TID TILL KRITISKA FÖRHÅLLANDEN	75
10.3 TID TILL UTRYMNING	77
10.4 RESULTAT	78
10.5 KÄNSLIGHETSANALYS	79
10.6 SAMMANFATTNING AV BRANDSCENARIO	81
11 FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER	82
11.1 ÅTGÄRDER SOM SKALL UTFÖRAS	82
11.2 ÅTGÄRDER SOM BÖR UTFÖRAS	83
12 DISKUSSION OCH SLUTSATS	86
12.1 DISKUSSION	86
12.2 SLUTSATSER	88
REFERENSER	90

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BILAGA A	94
VENTILATIONSKONTROLL	94
BILAGA B	96
TID TILL ÖVERTÄNDNING	96
BILAGA C	98
BRANDSPRIDNING MELLAN KLÄDSTÄLL	98
BILAGA D	102
SIKTBERÄKNINGAR	102
BILAGA E	106
INDATA ARGOS	106
BILAGA F	116
UTDATA ARGOS	116
BILAGA G	120
SIMULEX	120
BILAGA H	124
RITNINGAR	124
BILAGA I	128
ENKÄTUNDERSÖKNING	128

1 INLEDNING

I denna rapport värderas personsäkerheten och förslag ges till förbättringar av denna vid händelse av brand och utrymning i Galleria Flanaden, Värnamo.

1.1 Bakgrund

Denna projektuppgift är en del av kursen "Brandteknisk riskvärdering" (VBR054) som ges vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering vid Lunds Tekniska Högskola (LTH). Kursen omfattar 15 högskolepoäng och genomförs i grupp under hela vårterminen i tredje årskursen på brandingenjörsprogrammet. Arbetet presenteras dels som en rapport och dels vid ett muntligt seminarium.

1.2 Syfte

Syftet är att evaluera säkerhetsnivån på det givna objektet, Galleria Flanaden i Värnamo, samt att ge förslag till hur denna eventuellt kan förbättras.

1.3 Mål

Målet med denna projektuppgift är att de kunskaper som förvärvats i tidigare kurser skall knytas samman och tillämpas för att värdera personsäkerheten vid händelse av brand i ett byggnadsverk. Metoder, verktyg, principer och tekniker för denna typ av analys skall kunna tillämpas och utvecklas i nödvändig grad.

Vidare skall lagar, föreskrifter och information i vetenskapliga artiklar (som är relevanta för det brandtekniska området) kunna utnyttjas för att kommunicera och argumentera för slutsatser och rekommendationer. Slutligen är det viktigt att kunna samverka och visa förmåga till lagarbete i grupp.

1.4 Metod

I upptakten till projektarbetet studerades lagar, förordningar, föreskrifter och rekommendationer för att inrätta vilka krav och regler som ställs på personsäkerheten och brandskyddet i Galleria Flanaden.

Objektet studerades tidigt med ritningar, utrymningsplaner samt tillgänglig brandskydds-dokumentation och kompletterades sedan med ett platsbesök tillsammans med handledare Nils Johansson, LTH, kontaktperson Pär Liljekvist, räddningstjänsten i Värnamo samt fastighetsansvarig Ulla Johansson, Corallen i Värnamo AB.

Vid platsbesöket inspekterades gallerians befintliga brand- och personskydd (så som brand-detektorer, larmsystem, nödutgångar, sprinkleranläggning och övriga släcksystem) noggrant och det gjordes observationer av potentiella brandscenarier och säkerhetsrisker i byggnaden. Dessutom ombads respektive butiksansvarig för dagen att fylla i en enkät rörande systematiskt brandskyddsarbete (SBA), uppskattad persontäthet med mera.

Utifrån detta underlag har en brandteknisk riskvärdering genomförts i form av fallstudier. Tre olika brandscenarier som anses vara representativa för ett verkligt brandförlopp i gallerian har valts ut för närmare analys. Varje scenario tilldelas en eller flera dimensionerande bränder vars konsekvenser sedan skärskådas med datorsimuleringar, handberäkningar och kvalitativa resonemang. Tiden till kritiska förhållanden med avseende på utrymning beräknas och jämförs med den beräknade tiden för utrymning av Galleria Flanaden. Efter en känslighetsanalys av beräkningarna utarbetas och valideras slutligen förslag till åtgärder där brister i personsäkerheten har upptäckts.

1.5 Avgränsningar

Detta arbete fokuserar endast på personsäkerheten vid en brand och vid utrymning i Galleria Flanaden, eventuell ekonomisk skada på egendom och/eller miljöpåverkan avhandlas inte. Vidare läggs ingen vikt vid ekonomiska aspekter på föreslagna åtgärder utan endast rimligheten i dessa diskuteras.

Endast utrymning av gallerians arkad och de lokaler som står i direkt anslutning till denna behandlas. Dessa utrymnen ligger alla i en enda stor brandcell och består av två våningsplan: källarvåning och bottenvåning. Våningsplan 1 samt brandceller i samma fastighet utan direkt koppling till verksamheten i köpcentrat utelämnas helt.

2 OBJEKTSBESKRIVNING

Här följer en beskrivning av Galleria Flanaden i Värnamo utifrån egna iakttagelser vid platsbesöket, samtal med fastighetsansvarig på Corallen i Värnamo AB samt en enkätundersökning bland butikerna (enkät med tillhörande svar presenteras i Bilaga I).



Figur 2.1 Galleria Flanaden i Värnamo

2.1 Historik

Den ursprungliga byggnaden uppfördes 1950 för att innehålla bostäder och butiker. 1970 byggdes denna till, med den del som nu är Galleria Flanaden, för att innehålla butiker i källare och på bottenvåningen samt kontor på våningsplan 1. Den första verksamheten bedrevs av Domus som då utnyttjade hela butiksytan. 1994 flyttade ett par andra butiker in i källarlokalerna men det var först 2001 som ombyggnationen till byggnadens nuvarande skick stod klar.

2.2 Byggnaden

Gallerian Flanaden, som ligger mitt i centrala Värnamo, har tre våningsplan och utgör en del av ett kvarter som i övrigt består utav bostäder, kontor och butiker. Gallerian omgärdas av trafikerade vägar på två sidor samt parkering och gågata på de andra två. I närliggande byggnader finns butiker och bostäder.

Källarplanet består till största del av klädesbutiken Lindex med dess tillhörande lager och personalrum. På våningen finns utöver detta ett omklädningsrum och en fjärrvärmecentral. På bottenvåningen, entréplan, finns fem butiker av varierande storlek samt ett café. Tvärs igenom våningsplanet skär en arkad som förbinder butikerna (Figur 2.2). Inom samma brandcell som gallerians butiker finns på detta våningsplan även en butik som endast har ingång från gatan. Entréplan innefattar även butikernas varumottagning samt lager och kontor, vid varumottagningen finns också utrymme för källsortering. På översta våningen har H&M sitt kontor och pausrum. Våningen innefattar även lunchrum och fläktrum samt kontorslokaler vilka hyrs ut av fastighetsägaren. Planritningar för gallerian bifogas i Bilaga H.



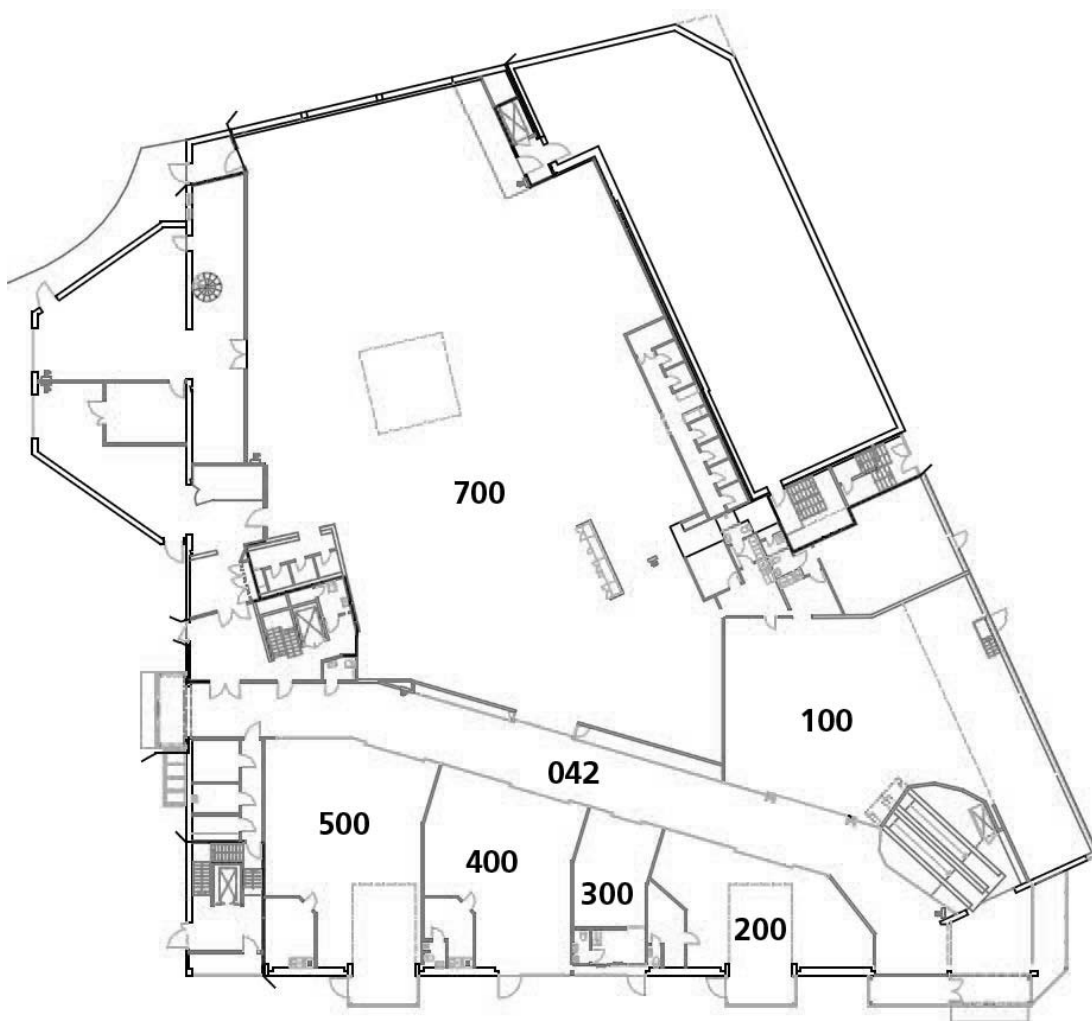
Figur 2.2 Arkaden i gallerian

2.3 Butiker

Nedanför följer en kort beskrivning av gallerians butiker och deras verksamheter.

Tabell 2.1 Förteckning över butiker i gallerian.

Beteckning	Butik
500	b.young
400	Hälsokraft
300	Café Degusto
200	Gallerix
100	Hemtex
700	H&M
900	Lindex
042	Arkad



Figur 2.3 Butikernas placering på bottenvåningen med beteckningar enligt Tabell 2.1

2.3.1 B.YOUNG (500 PÅ RITNING)

b.young är den minsta klädesbutiken i gallerian med en yta på cirka 140 m². I ena hörnet finns ett rum, vilket utgör lager och pausrum, om 14 m². En del av taket i butiken är ett förhöjt, sluttande plåttak där lägsta punkten är 4,2 meter och högsta är 6,5 meter. Affären har fyra anställda och förväntat antal besökare uppskattas till cirka 80 under en hel arbetsdag (klockan 10.00–18.00).

2.3.2 HÄLSOKRAFT (400)

I butiken Hälsokraft (Figur 2.4) säljs främst naturläkemedel och andra receptfria produkter för egenvård. I butiken arbetar fyra personer och den har en yta om cirka 110 m² med takhöjden 4,2 meter. I ena hörnet finns ett 15 m² stort kontor. Det uppskattade antalet kunder som kan tänkas befinna sig i lokalen uppgår till 70-90 personer under en arbetsdag och cirka tio personer vid ett och samma tillfälle.



Figur 2.4 Butiken Hälsokraft

2.3.3 CAFÉ DEGUSTO (300)

Mitt i gallerian ligger ett café på cirka 40 m² vilket innefattar sittplatser och ett kök för enklare matlagning. Till caféet finns ett kontor med en yta på cirka 10 m². I caféet arbetar två till tre personer. Det antal kunder som förväntas vistas i lokalen vid ett och samma tillfälle är maximalt 10-15 personer. I anslutning till caféet finns en uteservering till vilken man kommer genom lokalens alternativa utrymningsväg.

2.3.4 GALLERIX (200)

Gallerix är en butik som bland annat säljer och ramar in tavlor. Affären är cirka 100 m² stor med ett kontor i ena hörnet om cirka 12 m². Butiken har två anställda och antalet besökare förväntas vara cirka 75-150 under en hel arbetsdag med cirka tio vid ett och samma tillfälle.

OBJEKTSBESKRIVNING

Liksom b.youngs lokaler har denna butik ett sluttande plåttak vilket är 4,2 meter vid dess lägsta punkt och 6,5 meter vid dess högsta.

2.3.5 HEMTEX (100)

Mittemot Gallerix ligger Hemtex som säljer textilier i form av gardiner, sängkläder, kuddar med mera. Butiken har en yta på cirka 180 m² och tre anställda. Det antal kunder som normalt vistas i butiken vid ett och samma tillfälle uppgår till omkring 20 och totalt under en hel arbetsdag förväntar man omkring 200 besökare. Takhöjden i affären är 4,2 meter. I anslutning till butikslokalen finns ett lager omfattande 90 m² och ett kontor med en yta på cirka 10 m².

2.3.6 H&M (700)

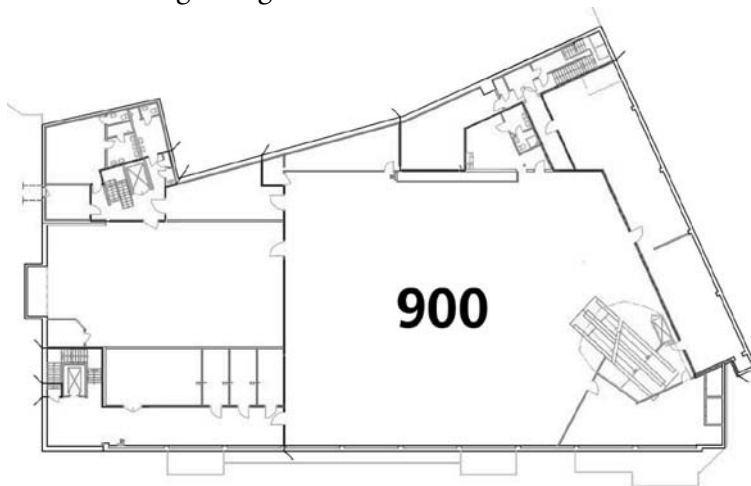
H&M är gallerians största klädesbutik med en yta bortemot 1050 m². I anslutning till butiken, inom samma brandcell, finns ett lager med en yta på cirka 20 m². Butiken är dimensionerad för maximalt 150 personer.

2.3.7 LINDEX (900)

Lindex är numera den enda butiken som ligger på källarplanet. Butiken, som säljer kläder, är cirka 650 m² stor och är dimensionerad för maximalt 150 personer. I anslutning till butiken, inom samma brandcell, finns ett lager beläget under rulltrappan (80 m²) samt ett kontor med en yta om 30 m². Takhöjden i butiken är cirka 3 meter. Lindex personal består av sju anställda.

2.3.8 ARKAD (042)

Tvärs igenom entréplan går arkaden från vilken man kan komma in i butikerna. Denna är cirka 65 meter lång, omfattande 270 m². I taket finns balkar på en höjd av 3,6 meter men den högsta höjden är 4,2 meter. I arkaden fanns några få föremål utplacerade så som blomsterarrangemang och diverse varuställ.



Figur 2.5 Butiken Lindex placering på källarvåning med beteckning enligt Tabell 2.1

3 KRAV OCH REKOMMENDATIONER

Vid nybyggnation och tillbyggnad (ombyggnad) av fastigheter måste vissa tekniska egenskapskrav vara uppfyllda när det gäller utformning, tillgänglighet och användbarhet, bärförmåga, säkerhet vid användning, brandskydd, med mera. Dessa krav är samlade i Boverkets byggregler (BBR). I detta kapitel förekommer citeringar och omformuleringar av BBR 2008 (Boverket, 2008a) och hela avsnittet får anses ha denna skrift som källa om inte annat anges.

Det är viktigt att poängtera att då alla butiker i gallerian ligger i en och samma brandcell, i två våningsplan, är denna att betrakta som en enda stor samlingslokal.

3.1 Brandskydd och brandskyddsdokumentation

Avsnitt 5 i BBR 2008 innehåller...

”... regler om brandskydd och beskriver minimikraven på säkerhet i händelse av brand. Minimikraven baseras på de fem grundläggande krav som finns i 4 § byggnadsverksförordningen, BVF. Bland annat finns regler om utrymning av byggnad, skydd mot uppkomst och spridning av brand, skydd mot brandspridning mellan byggnader, bärförmåga vid brand och anordningar för brandsläckning.” (Boverket, 2009).

Brandskyddet får utformas på annat sätt än vad som deklarerats i BBR 2008 avsnitt 5 men ska då verifieras med en så kallad analytisk dimensionering. En dimensionering av den här typen kan bestå av beräkningar, simuleringar, objektsspecifika försök eller dylika metoder. Underlaget till denna bör bifogas brandskyddsdokumentationen tillsammans med en känslighetsanalys av använd indata.

Oavsett om brandskyddet utformas med en förenklad dimensionering – där BBR följs till punkt och pricka – eller med alternativ utformning och analytisk dimensionering skall en brandskyddsdokumentation upprättas. I denna ska det dels framgå vilka förutsättningar

som använts för utförandet av brandskyddet och dels hur själva brandskyddet faktiskt är utformat.

3.2 Brandteknisk klass

I BBR 2008 (avsnitt 5.21) anges att:

”Byggnader ska utföras i klass Br1, Br2 eller Br3. Vid klassindelningen ska hänsyn tas till sådana faktorer som påverkar utrymningsmöjligheterna och risken för personskador vid sammanstörtning av byggnaden. Utrymningsmöjligheterna ska bedömas med hänsyn till byggnadens höjd och volym och den verksamhet som ska bedrivas i byggnaden samt till antalet personer som samtidigt beräknas befinna sig i byggnaden och personernas förutsättningar att själva sätta sig i säkerhet.”

I brandskyddsdokumentationen för Galleria Flanaden (Albin, 2001) stadfästs att byggnaden är uppförd i brandteknisk klass Br1. Denna klass ställer de högsta kraven på bärande och avskiljande konstruktioner, ytskikt med mera. Den är avsedd för fastigheter där en brand medför stora risker för personskador.

3.3 Skydd mot brand- och brandgasspridning mellan brandceller

BBR 2008 avsnitt 5.6 fastställer att:

”Byggnader ska delas in i brandceller åtskilda av byggnadsdelar som hindrar spridning av brand och brandgas. Varje Brandcell ska omfatta ett rum – eller sådana sammanhängande grupper av rum – i vilka verksamheten inte har omedelbart samband med annan verksamhet i byggnaden.”

”Brandcellsskiljande byggnadsdelar ska vara täta mot genomsläpp av flammor och gaser och vara så värmeisolerande att temperaturen på den av brand opåverkade sidan inte medför risk för brandspridning.”

Den föreskrivna brandtekniska klassen – i avskiljande avseende – beror dels av byggnadens klassning och dels av brandbelastningen i de angränsande lokalerna. För en byggnad i Br1-utförande och brandbelastning $\leq 200 \text{ MJ/m}^2$ krävs minst EI60, $\leq 400 \text{ MJ/m}^2$ fordrar minst EI120 och $> 400 \text{ MJ/m}^2$ ska minst ha EI240. EI står för integritet och isolering och de påföljande siffrorna är tidskrav i minuter.

Även i bärande avseende beror den brandtekniska klassen dels av byggnadens klassning och dels av brandbelastningen i denna. Kraven för en byggnad i klass Br1 återfinns i Tabell

KRAV OCH REKOMMENDATIONER

5:821a i BBR 2008 (Boverket, 2008a). För Galleria Flanaden gäller att samtliga bärverk, horisontella som vertikala, skall ha klassningen R60 vid en brandbelastning $\leq 200 \text{ MJ/m}^2$, R120 vid $\leq 400 \text{ MJ/m}^2$ och R240 om brandbelastningen är $> 400 \text{ MJ/m}^2$. För trapplopp och trappplan i trapphus fordras R30 oavsett brandbelastning. R står för bärförmåga och de påföljande siffrorna är tidskrav i minuter.

Enligt Albin (2001) är den brandtekniska klassen EI60-C på samtliga brandcellsavskiljande konstruktioner. Vad gäller bärverken framgår det inte klart vilken klassning dessa har, men indikationer ges på att denna är R60. Brandbelastningen i Gallerian överstiger 200 MJ/m^2 men enligt Albin (2001) ska utrymningssäkerheten trots detta vara tillgodosedd.

3.4 Skydd mot brand- och brandgasspridning inom brandceller

Kapitel 5.5 i BBR 2008 ställer bland annat krav på material i byggnadsdelar och fast inredning i en brandcell:

”Material i byggnadsdelar och fast inredning ska ha sådana egenskaper eller ingå i byggnadsdelarna på ett sådant sätt att de vid brand inte ger upphov till antändning eller snabb brandspridning och inte heller snabbt utvecklar stora mängder värme eller brandgas. De får inte smälta och droppa utanför brandhårdens omedelbara närhet.”

Tak och golv i samlingslokaler måste ha sådana ytskikt att en brandutveckling inte får nämnvärt bidrag från dessa. Golv skall vara utförda i material med måttlig benägenhet att sprida brand och utveckla brandgas. Vidare måste ytskikt och beklädnader i utrymningsvägar utföras i material som ger ett obetydligt bidrag till brandspridning (Boverket, 2008a).

I Galleria Flanaden ska samtliga ytskikt uppfylla klass 1 på väggar och tak, golv ska vara utförda i brandteknisk klass G (Albin 2001). Att detta uppfylls har ej verifierats.

3.5 Utrymning

Vad gäller utrymningsdimensionering så behandlas detta mer ingående i kapitel 4. Här följer enbart en genomgång av de krav och rekommendationer som ställs i BBR 2008. Boverket (2008a) fastställer att:

”Byggnader ska utformas så att tillfredsställande utrymning kan ske vid brand. Risken för att personer skadas av nedfallande byggnadsdelar eller genom fall eller trängsel, samt risken för att personer blir instängda i nischer eller återvändsgångar ska särskilt beaktas.”

Med tillfredsställande utrymning avses vanligen en fullständig utrymning av samtliga personer som befinner sig i byggnaden innan kritiska förhållanden uppstår. (För råd om preciserandet av kritiska förhållanden, se BBR 2008 avsnitt 5:361).

3.5.1 UTRYMNINGSVÄGAR

I lokaler där personer vistas mer än tillfälligt skall det finnas två av varandra oberoende utrymningsvägar. Bredden på dessa bör ej understiga 1,2 meter i lokaler som är avsedda för fler än 150 personer. Vidare bör gångavståndet inom utrymningsvägen inte överstiga 30 meter om utrymning kan ske i två riktningar. Detta avstånd får förlängas om krav uppfylls enligt avsnitt 5.6 i Utrymningsdimensionering (Boverket, 2006). Även om dimensionering genomförs analytiskt bör det maximala gångavståndet aldrig överstiga 60 meter (Frantzich & Bengtson, 2005).

Dörrar till och från passagen ska vara utåtgående i utrymningsriktningen men kan i vissa fall vara inåtgående. (Mer information om när dörrar kan vara inåtgående återfinns i BBR 2008 avsnitt 5:342).

3.6 Utrustning för utrymning vid brand

I lokaler där personer med mindre god lokalkännedom förväntas befinna sig ska det finnas vägledande markering för utrymning. Exempel på sådan är belysta eller genomlysta skyltar, belysning i nivå med golvet med mera. Markeringarna ska finnas i sådan omfattning och vara placerade så att utrymning inte hindras av svårigheter att orientera sig i byggnaden. Skyltar ska finnas i anslutning till utgångsdörrar till och i utrymningsvägar (BBR 2008 avsnitt 5:35).

Samlingslokaler och vägledande markeringar ska förses med nödbelysning som vid strömavbrott kan ge avsedd belysning i minst en timma.

3.6.1 LARMSYSTEM

Byggnader eller delar av byggnader där krav ställs på tidig upptäckt av brand ska automatiskt brandlarm installeras. Detektering ska ske med hjälp av rökdetektorer om så är möjligt. Där så erfordras ska brandvarnare installeras så att berörda personer kan få en tidig varning i händelse av brand.

Rökdetektorer skall enligt SBF 110:6 vara placerade så att varje detektor täcker som mest 100 m² med ett maximalt horisontellt avstånd mellan dessa om 10 meter. Utifrån observationer vid platsbesöket anses detta vara uppfyllt i gallerian.

Utrymningslarm ska finnas där så krävs och dess funktion ska kunna upprätthållas vid strömavbrott. Exempel på utrymningslarm är ljudsignaler, talade meddelanden, optiska

KRAV OCH REKOMMENDATIONER

signaler och andra signaler. Ytterligare information om olika typer av utrymningslarm återfinns i avsnitt 5.10 i Utrymningsdimensionering (Boverket, 2006).

Speciellt för samlingslokaler är att dessa bör ge dem som uppehåller sig i lokalen talad information om lämpliga åtgärder för utrymningen. Enligt Ulla Johansson, fastighetsansvarig, Corallen i Värnamo AB, uppfylls detta i gallerian.

3.7 Systematiskt brandskyddsarbete

Enligt 2 kap. 2 § i Lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778) skall ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand.

För att uppfylla dessa krav bör ett systematiskt brandskyddsarbete (SBA) kontinuerligt bedrivas och brandskyddet dokumenteras. Råd och rekommendationer på tillvägagångssätt gavs 2004 ut av Statens räddningsverk (numera Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)) i författningssamlingen Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om systematiskt brandskyddsarbete (SRVFS 2004:3). I dessa står bland annat:

”Systematiskt brandskyddsarbete bör bedrivas såväl med avseende på förebyggande åtgärder som på de åtgärder som planeras i händelse av inträffad brand.”

Ett arbetssätt av den här typen innebär att kunnandet om brandskydd kontinuerligt måste underhållas och utvecklas inom verksamheten. Detta kan ske bland annat genom utbildning, övning och regelbundna kontroller av personalens färdigheter samt upprättande av rutiner för handlande i händelse av brand.

”För varje byggnad eller anläggning bör det finnas en dokumentation av brandskyddet som är tillräckligt omfattande för att säkerställa att skäligen brandskyddsåtgärder vidtas och hålls funktionsdugliga.” (SRVFS 2004:3).

”Det räcker inte med att upprätta dokument för att bedriva ett systematiskt brandskyddsarbete. Avgörande är vad som i praktiken åstadkoms för att upprätthålla och förbättra brandskyddet.” (SRVFS 2004:3).

Utifrån enkätundersökningen som genomfördes vid platsbesöket framgick det att det finns mer att önska gällande SBA i gallerian. Vissa butiker skötte dock detta exemplariskt.

4 UTRYMNINGSDIMENSIONERING

Dimensionering för utrymning av en lokal sker vanligen genom förenklad dimensionering. Vid speciella fall där problem inte går att lösa på detta sätt kan hela eller delar av BBR 5:3 styrkas genom analytisk dimensionering. Galleria Flanaden är ett sådant fall då detta är en fastighet som var ämnad för annan typ av verksamhet innan den renoverades och byggdes om till galleria.

För att utrymning med god personsäkerhet ska kunna genomföras är det viktigt att de förhållanden som råder i lokalen är på en acceptabel nivå för människor under hela förloppet. Gränsen mellan acceptabel och oacceptabel nivå benämns fortsättningsvis som ”kritiska förhållanden”.

Vid analytisk utrymningsdimensionering jämförs den beräknade tillgängliga tiden med den beräknade utrymningstiden (ekvation 4.1). $t_{\text{tillgänglig}}$ benämns i denna rapport som tid till kritiska förhållanden.

$$t_{\text{tillgänglig}} > t_{\text{utrymning}} \quad (4.1)$$

4.1 Kritiska förhållanden

I BBR 2008 definieras de parametrar som bör beaktas då tiden till kritiska förhållanden ska bestämmas:

Temperatur – Vid utrymning bör personer inte utsättas för en högre temperatur än 80°C.

Strålning – Under tiden för utrymning bör personer inte utsättas för en högre strålningsenergi än 60 kJ/m² utöver en strålningsintensitet på 1 kW/m². Detta kriterium kan jämföras med en sammanlagd strålningsintensitet av 2,5 kW/m².

Toxicitet – I Brandskyddshandboken (Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005) anges de gaser som anses vara viktigast att beakta vid säkerställandet av utrymningsmiljön. De är

CO, CO₂ och O₂. Halterna som inte bör överskridas är för CO, 2000 ppm och för CO₂ 5 procent. Halten O₂ bör vid utrymning inte understiga 15 procent.

Sikt – Råden i BBR 5:361 anger att siktsträckan inte bör understiga 10 meter i okänd miljö och 5 meter i känd miljö. I Brandskyddshandboken (Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005) har de råden tolkats som att sikten inte bör understiga 5 meter i brandrummet och 10 meter i utrymningsvägarna.

Höjd på brandgaslager – För att personer med säkerhet ska kunna orientera sig under hela utrymningsförloppet bör brandgaslagret inte sjunka under en viss gräns, H_{kritisk} . Denna gräns definieras i ekvation 4.2.

$$H_{\text{kritisk}} = 1,6 + 0,1H \quad (4.2)$$

Där H rumshöjd [m]

Vid vissa tillfällen kan utrymning möjligen fortgå trots att brandgaslagrets kritiska nivå har uppnåtts. I dessa fall är det av stor vikt att kritiska förhållanden med avseende på sikt, toxicitet och temperatur fortfarande inte är uppfyllda (Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005).

4.2 Utrymningsförloppet

Tiden för utrymning kan delas upp i tre olika faser enligt ekvation 4.3.

$$t_{\text{utrymning}} = t_{\text{varseblivning}} + t_{\text{förberedelse}} + t_{\text{förflyttning}} \quad (4.3)$$

4.2.1 VARSEBLIVNINGSTID

Tiden från att en brand startar till dess att människor i lokalen blir medvetna om vad som har hänt kan variera stort. Tiden påverkas av faktorer såsom typ av detektorer, typ av larm och om branden är synlig för de utsatta personerna eller ej. I de fall där automatiskt brandlarm används kan aktiveringstiden beräknas med till exempel datorprogrammen DETACT-QS eller DETACT-T2.

4.2.2 FÖRBEREDELSETID

Förberedelsetid som också benämns besluts- och reaktionstid är den tid det tar att påbörja utrymning. Förberedelsetiden varierar från person till person och från fall till fall. Exempel på handlanden som är en del av förberedelsetiden är att tolka larmet, försöka släcka branden, hämta personliga ägodelar och i vissa fall lokalisera utrymningsvägar. Tiden för förberedelse är i många fall längre än både varseblivnings- och förflyttningstiden

UTRYMNINGSDIMENSIONERING

tillsammans. Det finns flera sätt att förkorta förberedelsetiden på: att använda tydligt formulerade meddelanden tillsammans med utrymningslarmet, att vara tydlig med märkningen av utrymningsvägar med mera. Logisk placering av utrymningsvägar och hjälpsam personal förenklar också utrymningen. I Tabell 4.1 här nedanför (hämtad ur Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005) anges förslag till förberedelsetider för verksamheter som är aktuella i Galleria Flanaden. Bakgrunden till dessa redovisas av Frantzich (2001).

Tabell 4.1 *Förslag till förberedelsetider för några aktuella verksamheter i Galleria Flanaden.*

Verksamhet	Person ser branden	Förberedelsetid
Offentlig miljö, skola, kontor, varuhus, butik	Ja	1 minut
Varuhus, inget larm	Nej	4 minuter
Varuhus, ringklocka	Nej	3,5 minuter
Varuhus, enkelt talat meddelande	Nej	2 minuter
Varuhus, informativt talat meddelande	Nej	1 minut

4.2.3 FÖRFLYTTNINGSTID

Den sista delen i utrymningsprocessen, förflyttningstiden, kan antingen beräknas med handberäkningar eller med hjälp av datorprogram. I den här rapporten används datorprogrammet Simulex. Förflyttningstiden beror bland annat av antalet personer och deras fördelning i lokalen, hur lokalen är utformad och inredd med mera. Även tydligheten gällande placering och skyltning av nödutgångar spelar stor roll.

4.3 Utformning av utrymningsvägar

I kapitel 3, krav och rekommendationer, samt avsnitt 4.4 här nedan är de krav som ställs på utrymningsvägarnas utformning beskrivna, i Bilaga G är även bredd och utformning av befintliga utgångar angivna.

I Galleria Flanaden följer de flesta nödutgångar de regler som ställs gällande utformning, skyltning och dimensionering. Det finns dock vissa saker som antingen kan, bör eller ska förbättras. Dessa redovisas i kapitel 12, Förslag till åtgärder.

4.4 Persontäthet

I BBR 2008 avsnitt 5:371 anges som ett allmänt råd att:

”Utrymningsvägar i varuhus eller andra anläggningar för detaljhandel bör dimensioneras för 0,5 personer/m² nettoarea för de utrymmen dit allmänheten har tillträde”

Detta gäller i de lokaler där personantalet inte är känt, till exempel H&M och Lindex.

Utifrån Erdsjö & Lindberg (2008) anses det att 0,5 personer/m² är en alltför hög siffra för Galleria Flanaden i Värnamo. (Exempelvis skulle denna siffra innebära att källarplanet ska dimensioneras för 300 personer vilket är orimligt mycket människor i denna del av fastigheten). Erdsjö & Lindberg belyser vikten av att bland annat ta hänsyn till objektets geografiska läge vid val av dimensionerande persontäthet. Med hänsyn till detta samt gallerians utformning anses 0,3 personer/m² vara ett rimligare värde och används därför i denna rapport.

4.5 Utrymning via rulltrappor

Idag används rulltrappor frekvent i en rad olika objekt med varierande karaktär. Vanligen används även kompletterande, vanliga trappor för säkerställning av utrymningsvägar. Enligt brandskyddsdokumentationen för Galleria Flanaden (Albin, 2001) är rulltrapporna i detta specifika fall tänkta att användas även vid utrymning. Några kompletterande trappor finns alltså inte. De rulltrappor som finns i gallerian är ordnade på ett sådant sätt att de stannar när utrymningslarmet startar. Trots denna åtgärd måste det tas i beaktning att människor handlar av vana. Detta betyder att de flesta människor väljer den rulltrappa de normalt skulle ta upp även om båda rulltrapporna är tillgängliga vid utrymning. En viktig anledning som detta kan bero på är, enligt Jakobsson och Karlsson (2009), att människor misstror trappornas tillförlitlighet, att de helt plötsligt kan komma att starta igen när de är på väg upp. En annan betydande faktor som är kopplad till människors vana vid utrymning är att större delen av de människor som utrymmer kommer att utrymma samma väg som de kom in (Frantzich, 2001).

I Galleria Flanaden kommer troligtvis de flesta människorna på källarplanet att utrymma via rulltrapporna. De alternativa utgångarna kommer förmodligen att användas i mindre utsträckning.

Gällande gånghastigheten finns det ingen tydlig statistik som talar varken för eller emot rulltrappor vid utrymning. En stor nackdel är att det är mer ansträngande att utrymma via en rulltrappa än via vanliga trappor. Detta beror på den högre steghöjden i rulltrappor som även ökar sannolikheten för fallolyckor. Även om de flesta rulltrappor är dimensionerade för att kunna ta två personer i bredd per trappsteg visar försök och studier av Jakobsson & Karlsson (2009) att människor tenderar att gå en och en i utrymningssituationer. Detta

beror troligtvis på att människor är måna om sin personliga sfär (Jakobsson & Karlsson, 2009). Vidare bidrar detta till att det är svårt att passera människor i rulltrappor vilket får konsekvensen att en större grups hastighet nästan alltid anpassas efter den långsammaste individen i gruppen, vanligtvis äldre och barn. Vid de tillfällen då människor försöker passera varandra i rulltrappor ökar risken för fallolyckor (Jakobsson & Karlsson, 2009).

4.6 Gångavstånd

Då en förenklad dimensionering följs till punkt och pricka finns inget behov av en analytisk lösning. Vad som är viktigt att beakta är att arbetet underlättas om handboken efterföljs i den mån det är möjligt, även när en analytisk lösning tillämpas. I denna del av utrymningsdimensioneringen redovisas därför en kontrollmätning av gångavstånden utifrån planritningarna (Bilaga H).

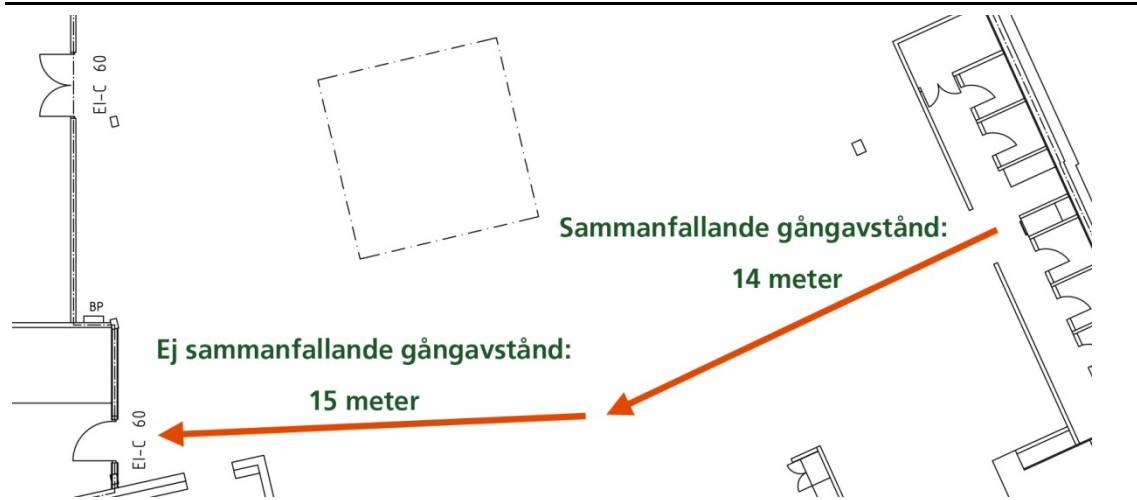
I kapitel 3, Krav och rekommendationer, står det att gångavståndet inom utrymningsvägen inte bör överstiga 30 meter för Galleria Flanaden. Om lokalen är vattensprinklad får detta avstånd förlängas (Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005). Eftersom gallerian endast är sprinklad i vissa delar och ej heltäckande kan detta kriterium inte betraktas som uppfyllt. Brandskyddshandboken (Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005) anger vad som bör beaktas vid beräkning av gångavstånden:

”Om en trappa ingår i gångvägen till en utrymningsväg, beräknas trappan motsvara ett horisontellt gångavstånd som är fyra gånger nivåskillnaden”.

”Om den verkliga gångvägen (...) inte på förhand kan fastställas, skall vägen mätas genom att anta att riktningssändringarna vid förflyttningen är rätvinkliga”.

”Om gångvägen till två av varandra oberoende utrymningsvägar delvis sammanfaller eller kan sammanfalla, räknas den gemensamma delen motsvara dubbla sin verkliga längd”.

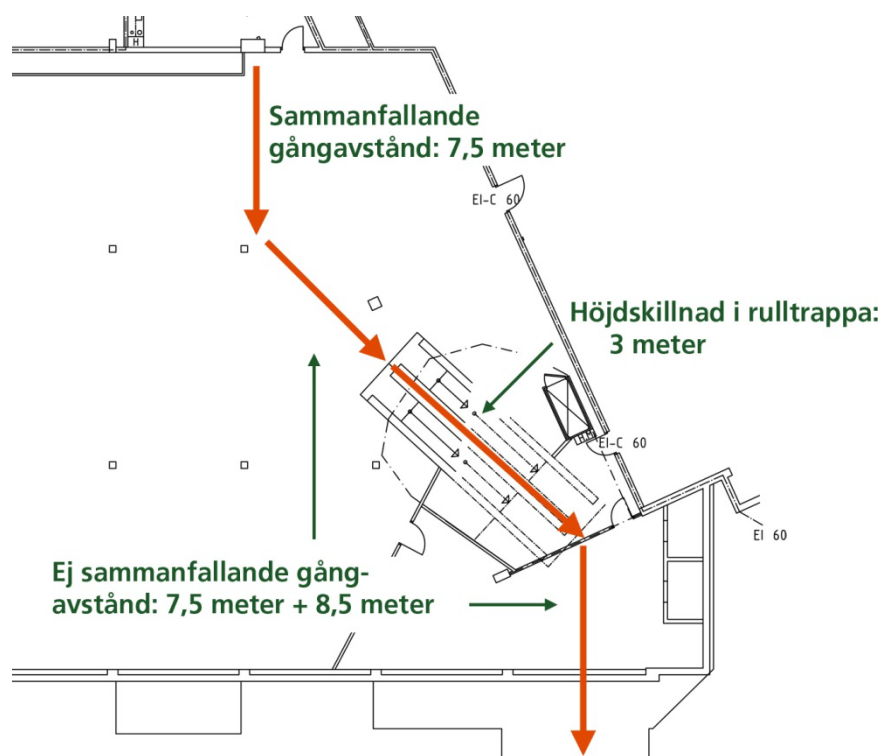
Som tidigare nämnts är alla butiker i gallerian belägna i en och samma brandcell. På grund av geometrin beräknas två gångavstånd, ett för bottenvåningen och ett för källarvåningen. De uppmätta gångavstånden redovisas i Figur 4.1 och Figur 4.2. (Fullständiga planritningar återfinns i Bilaga H).



Figur 4.1 Det längsta gångavståndet på markplanet är från provhytterna hos H&M. I bilden ovan markeras gångsträckan med (röda) pilar.

Det sammanlagt längsta gångavståndet på markplanet blir:

$$14 \cdot 2 + 15 = 43 \text{ m.}$$



Figur 4.2 Det längsta gångavståndet på källarplanet. De röda pilarna markerar den uppmätta gångsträckan.

Det sammanlagt längsta gångavståndet på källarplanet blir:

$$7,5 \cdot 2 + 7,5 + 3 \cdot 4 + 8,5 = 43 \text{ m}$$

Gångavstånden är alltså längre än tillåtet på både mark- och källarplan. Detta medför att en analytisk prövning av utrymningsförloppet är nödvändig. Eftersom inget av gångavstånden är längre än 60 meter överskrids heller inte det maximala avstånd som rekommenderas vid analytisk dimensionering av Frantzich & Bengtson (2005) i Brandskyddshandboken.

4.7 Personer med funktionshinder

I dagsläget har Boverket inga krav på speciellt utformad utrymningsdimensionering för rörelsehindrade. Detta kan dock komma att ändras i samband med nästkommande upplaga av BBR som är beräknad att träda i kraft någon gång under 2011¹. De regler som finns nu är författade ur tillgänglighetssynpunkt, men de medför även att utrymningen underlättas mycket då de åtgärder som vidtas i tillgänglighetssynpunkt ofta överrensstämmer med de som krävs vid utrymning. Hissar ska normalt inte användas eftersom risken för att de sätts ur funktion vid ett brandförlopp är stor.

Ett av problemen som personer med rörelsehinder ställs inför vid en utrymningsituation är trappor som utgör en del av flera utrymningsvägar. Vid många tillfällen finns alternativ till detta då byggnader är indelade i brandceller. Personer med rörelsehinder kan omedelbart utrymma till en angränsande brandcell för att sedan i lugn och ro utrymma vidare ut i det fria med hjälp av räddningstjänsten (Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005).

Från källarvåningen i Galleria Flanaden är det för en rullstolsbunden möjligt att utrymma till en angränsande brandcell och sedan använda hiss alternativt trappor i lugn och ro för att ta sig ut till det fria. Det kan dock vara svårt att ta sig längst in i butiken till där dessa utrymningsvägar är belägna.

¹ Caroline Cronsioe, Boverket. Föreläsning den 26 februari 2010.

5 BEFINTLIGT BRANDSKYDD

Det befintliga brandskyddet i Galleria Flanaden består i huvudsak av brandcellsavskiljande väggar och dörrar, rökdetektorer samt larmanordningar. Det finns ett sprinklerarrangemang i arkaden och över det tänkta gångstråket tvärs igenom H&M. I de flesta lokaler finns dessutom handbrandsläckare. Observera att möjlighet till utrymning vid brand behandlats i ett separat kapitel.

5.1 Befintligt brandskydd i respektive butik

I Tabell 5.1 listas det befintliga brandskyddet i respektive butik med kommentarer kring detta. Samtliga butiker i gallerian, både på källarplan och på bottenvåningen, är en och samma brandcell. Siffrorna inom parantes syftar till butikernas ritningsnummer.

Tabell 5.1 *Befintligt brandskydd i respektive butik.*

Butik	Rök-detektorer	Brandgas-ventilation	Handbrand-släckare	Inomhus-brandpost	Övrigt
b.young (500)	Ja	Röklucka, Manuell ¹ , 90x120 cm ² (bredd x höjd)	Ja	-	-
Hälsokraft (400)	Ja	-	-	-	-
Café Degusto (300)	Ja	-	-	-	-
Gallerix (200)	Ja	Röklucka, Manuell ¹ , 90x120 cm ² (bredd x höjd)	Ja	-	-
Hemtex (100)	Ja	-	-	-	-

H&M (700)	Ja	Två rökluckor, Manuell ¹ , 175x90 cm ² (bredd x höjd)	Ja	Ja	Sprinkler- arrangemang i gångstråket ³
Lindex (900)	Ja ²	Brandgasfläkt, Automatisk	Ja	Ja	-
Arkad (042)	Ja	-	-	Ja	Sprinklad ⁴

1. Öppnas manuellt av räddningstjänsten.
2. Flertalet rökdetektorer finns placerade i taket. Taket är indelat i fack och sektioner av betong och stålbalkar vilket kan försvåra detektion av rök beroende på brandens placering.
3. Över gångstråket snett igenom affären finns sprinkler installerade. Sprinkler täcker alltså inte hela lokalen, utan bara en liten del.
4. Hela arkadgången är sprinklad, men sprinklerhuvudena är olämpligt placerade i avseende på uppvärmning från varma brandgaser. Sprinklerhuvudena är inte placerade längst upp i taket och då detta är utformat med stora fack där brandgaser kan ansamlas, försvåras aktiveringen.

5.2 Brandtekniska installationer

De brandtekniska installationerna beskrivs nedan utifrån brandskyddsdokumentationen (Albin, 2001). Enligt Johansson² (2010) kontrolleras och servas samtliga brandtekniska installationer en gång om året.

5.2.1 LARM

Alla larm är automatiska och kopplade till räddningstjänsten samt SOS Alarm. Dessa ska ge ifrån sig ett informativt talat meddelande² och en gäll signal tills de kvitteras av räddningstjänsten; förutom ljud skall även blyxtljus avges. Larmet styr nödbelysning, dörrar i brandcellsgränser och vissa brandgasspjäll.

5.2.2 BRANDGASVENTILATION

Brandgasventilation i form av rökluckor (b.young, Gallerix och H&M) är magnetiskt stängda och öppnas manuellt av räddningstjänsten från en styrcentral vid centralapparaten, dessa kommer därför ej att påverka utrymningsförloppet (se till exempel kapitel 8). En automatisk brandgasfläkt (29600 m³/h) är kopplad till det ordinarie ventilationssystemet och sköter utvädringen av källarplanet.

² Ulla Johansson, Fastighetsansvarig, Corallen i Värnamo AB. E-post den 9 mars 2010.

BEFINTLIGT BRANDSKYDD

5.2.3 SPRINKLER

Sprinkleranläggningen anges endast vara ett delskydd för personsäkerheten. Utlöst sprinkler ska skicka larm direkt till räddningstjänsten och SOS Alarm.

5.2.4 BRANDSLANGAR

Brandslangarna är kopplade till inomhusbrandposter på centrumrulle. Brandslangar finns, förutom hos H&M och Lindex (Figur 5.1), i ett flertal varumottagningar och trapphus samt i arkaden. Det anges inte om brandslangarna funktionstestas.

5.2.5 HANDBRANDSLÄCKARE

Dessa är tänkta som komplement till brandslangarna och ska vara väl synliga.



Figur 5.1 *Inomhusbrandpost hos Lindex*

6 VENTILATIONSSYSTEMETS FUNKTION VID BRAND

Ventilationssystemet i Galleria Flanaden består av två separata från- och tilluftssystem, ett till källarplan och ett till övriga våningsplan. Där ventilationsledningar är dragna genom brandcellsgränser finns brandspjäll installerade, detta för att förhindra brandspridning via ventilationssystemet till angränsande lokaler. I butiken Lindex är brandgasfläkten kopplad till från- och tilluftssystemet och både den och brandspjällen aktiveras vid detektion av brand.

6.1 Tidigare incident

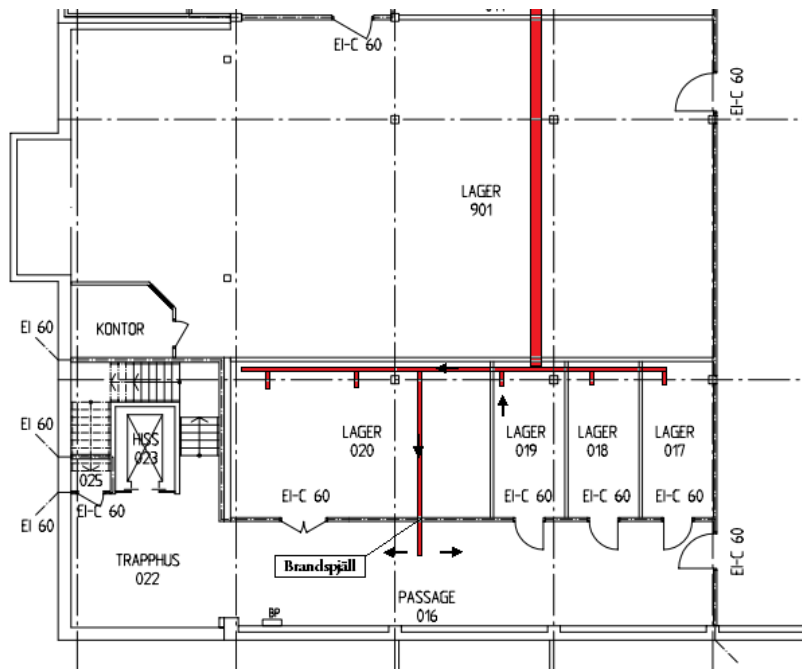
För att belysa vikten av att förhindra rökspridning via ventilationen följer en kort redogörelse av ett missöde i gallerian den 9 oktober 2005. Händelsen gav rökskador i stora delar av gallerian och hade, om tidpunkten varit en annan, kunnat innebära stor risk för personskador. Information om branden är hämtad från olycksförloppsutredningen som gjordes efter den inträffade incidenten. Branden startade i den butik (800, se Bilaga H) som ligger i samma brandcell som gallerian men har en egen ingång utifrån gatan. Från butiken har brandgaser sedan spridit sig dels via ventilationen och dels via otätheter i väggkonstruktionen (ej brandcellsgräns enligt ritning) in till Hemtex. Brandspjället har aktiverat men trots detta har alltså brandgaser kunnat sprida sig via tilluften mellan butikerna. Det råder dock oklarheter om när spjället aktiverade, vilket kan ha skett med en viss fördröjning. Att brandgaserna spred sig till hela gallerian beror troligen på att de via ventilationen snabbt kom in i huvudledningen och således kunde spridas vidare till alla butiker innan spjällen slog igen.

6.2 Riskidentifiering

Med utgångspunkt i ovanstående scenario har några platser i gallerian där ett liknande scenario skulle kunna inträffa identifierats. Figur 6.1 visar en av dessa platser nere i källaren där Lindex har sitt huvudsakliga lager (901) och övriga butiker har mindre förråd/lager (017-020). Om en brand skulle bryta ut i ett av de mindre lagren skulle brandgaserna

VENTILATIONSSYSTEMETS FUNKTION VID BRAND

omgående kunna spridas via tilluften ut till en utrymningsväg från Lindex (016) och medföra direkt personfara, för rullstolsburna är detta en av två möjliga utrymningsvägar. De allmänna råden i BBR 2008 5:653 säger att brandgasspridning till utrymningsvägar helt bör förhindras.



Figur 6.1 *Spridning av brandgaser till utrymningsväg vid brand i förråd*

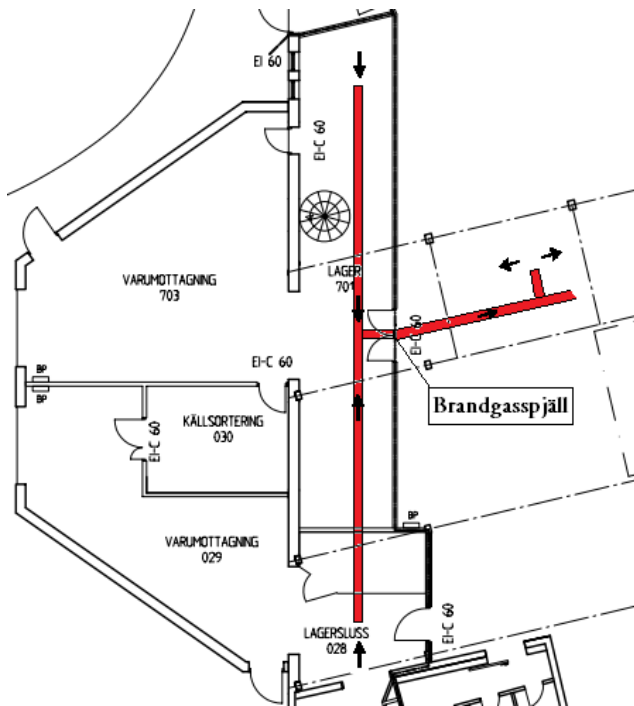


Figur 6.2 *Lindex lager (901)*

En liknande brand i H&M:s lager/varumottagning (701, 703) eller Gallerix nätförråd (028), Figur 6.3, skulle på samma sätt kunnat sprida brandgaser in i H&M:s butikslokal. De kommer dock troligen aldrig längre än till det första tilluftsdonet inne i affären och kommer inte orsaka någon omedelbar personfara.

VENTILATIONSSYSTEMETS FUNKTION VID BRAND

Över brandcellsgränserna finns i båda fallen brandspjäll installerade.



Figur 6.3 Spridning av brandgaser via ventilationen till H&M:s butikslokal

Baserat på tidigare incident samt samtal med Lars Jensen, LTH, bedöms sannolikheten vara stor att brandgaser läcker ut innan spjällen stänger (viss fördröjning) eller att spjällen inte alls tätar hundra procentigt. Orsaken till otätheter är olika beroende på typen av brandspjäll, vissa behöver över huvud taget inte täta fullständigt. En del spjäll stänger och tätar med en viss fördröjning då tätningen bygger på att isoleringen värms upp av brandgaserna.

Se vidare kapitel 12, Förslag till åtgärder.

7 POTENTIELLA BRANDSCENARIER

Valet av brandscenarier och tillhörande dimensionerande bränder är kanske de mest betydelsefulla och tongivande besluten i en brandteknisk riskvärdering då det är dessa urval som sedan grundlägger utformningen av brand- och personsäkerheten i fastigheten. Det är en fin balansgång mellan att inte underskatta sannolikheter och storlek på scenarier – vilket kan leda till otillräckligt personskydd och risk för omfattande skador på egendom, hälsa och miljö – och att vara alltför konservativ – vilket i sin tur kan leda till orealistiska och ouppnåeliga krav på brand- och personsäkerheten i objektet.

7.1 Metod för val av brandscenarier

I denna rapport identifieras potentiella brandscenarier genom en systematisk genomgång av Galleria Flanaden, butik för butik tillsammans med övriga utrymmen inom avgränsningarna; en så kallad scenarioanalys. Översynen har gjorts utifrån hur en brand kan uppstå, potentiella tändkällor, potentiella bränslen och delvis med hjälp av tidigare incidenter både i den aktuella Gallerian men även i andra liknande objekt både i Sverige och utomlands.

De tänkbara incidenter som plockas fram sammanställs i en riskmatris (grovanalys) som får fungera som underlag för valen av representativa brandscenarier i Gallerian. För att göra dessa val måste man också bestämma sig för om man vill studera de mest troliga eller de värsta tänkbara scenarierna eller en kombination av de båda. Utifrån valda scenarier och dimensionerade bränder kan man också tänka sig att studera sådana händelser som kräver extra åtgärder för att skydda sig emot.

7.2 Översyn av potentiella brandscenarier

I köpcentrum uppstår en brand vanligen till följd av:

- 1) En olycka/olyckshändelse
 - 2) Felaktigt förfarande
 - 3) Uppsåt (anlagd brand)
- (DCLG, 2006)

Tänkbara tändkällor är bland annat:

Belysning, heta ytor, element, elfel med mera. Sådana tändkällor som beror av den mänskliga faktorn är till exempel osläckta cigaretter, glödande tändstickor (även anlagd brand kan räknas hit).

Tänkbara bränslen är bland annat:

Inredning, möbler, förpackningar, klädställ, skyltning, kontorsmateriel, skräp och avfall med mera. Det mesta som är brännbart får anses kunna fungera som bränsle vid ett brandförlopp.

För identifiering av ytterligare tändkällor och bränslen se till exempel DCLG (2006).

7.2.1 B.YOUNG (500 PÅ RITNING)

Lagerrummet i butiken hade mycket hög brandbelastning i form av kläder, trä och papper. I ett pentry fanns spisplattor med timer, dessa var bortkopplade med automatsäkringar. På plattorna stod en skärbräda och kaffekokare. En mikrovågsugn stod inklämd på en hylla och det är tveksamt att denna fick tillräckligt med luft – risk för överhettning. (Se Figur 7.1).

I butiken observerades ingen olämpligt placerad belysning och överblicken av hela affären var god.

Tänkbart scenario:

Brand i lagerrummet.
Brand i butik.

Tänkbar brandorsak:

Tekniskt fel.
Anlagd Brand.
Felaktigt förfarande



Figur 7.1 Pentry hos b.young

POTENTIELLA BRANDSCENARIER

7.2.2 HÄLSOKRAFT (400)

Vid första anblick en exemplarisk butik. Där fanns inga observerade tändkällor och bränsletillgången i form av lättantändliga material var tämligen låg. Man hade god ordning på det lilla kontoret bakom kassan.

I butiken observerades ingen olämpligt placerad belysning och överblicken av hela affären var god.

Tänkbart scenario:

– *(Inget uppenbart förestående).*

Tänkbar brandorsak:

Tekniskt fel.

Anlagd Brand.

7.2.3 CAFÉ DEGUSTO (300)



Figur 7.2 Köket med så gott som alla hushållsmaskiner. Saknas på bilden gör kylskåp.

I caféet använde man bland annat mikrovågsugn, varmluftsugn, smörgåsgrill, värmeplattor och kylskåp. Positioneringen av dessa hushållsartiklar och vitvaror var god och det fanns ingen anledning att anmärka på någon av dessa. Inga öppna lågor i samband med tillagning av mat iaktogs. (Se Figur 7.2).

I lokalen hade man god ordning och en tämligen låg mängd av lättantändliga material. Det observerades ingen olämpligt placerad belysning och överblicken av hela caféet var god.

Tänkbart scenario:

Rökutveckling till följd av torrkokning eller dylikt.

Tänkbar brandorsak:

Tekniskt fel på någon av alla hushållsartiklar och vitvaror i lokalen med hög användningsfrekvens.

Tekniskt fel. Övriga.

Anlagd Brand.

7.2.4 GALLERIX (200)

Hela butiken hade en mycket hög mängd av lättantändliga material i form av trä och papper. Kontoret var särdeles ”stökigt” med mycket papper spritt i rummet. Inne på kontoret stod också en limningsmaskin. Denna används för att genom pressning och värmning limma fast tryck på papper och dukar vid en arbetstemperatur om 90°C. Maskinen stod placerad på en bänk av trä och var inte kopplad till någon timer, den hade inte heller någon självavstängningsfunktion eller säkerhetsbrytare.

Överblicken av affären var något begränsad. Ingen olämpligt placerad belysning observerades.

Tänkbart scenario:

Limningsmaskinen glöms bort och startar en brand i kontors- och lagerutrymmet.

Tänkbar brandorsak:

Tekniskt fel.

Anlagd Brand.

7.2.5 HEMTEX (100)

I hela butiken återfanns mycket lättantändliga bränslen i form av framförallt textilier och syntetmaterial. Generellt hade man god ordning och varorna upplagrade i hyllsystem. På kontoret fanns timrar kopplade till uttagen och det strykjärn som ibland används hade både en ordentlig hållare och timer (Figur 7.3). Den mikrovågsugn som fanns placerad på en hylla hade god lufttillförsel.

I butiken observerades ingen olämpligt placerad belysning och överblicken av hela affären var god.

Tänkbart scenario:

Strykjärnet glöms bort med järnet neråt på strykbrädan.

Tänkbar brandorsak:

Tekniskt fel.

Anlagd Brand.

Olyckshändelse.



Figur 7.3 Strykjärn med hållare

7.2.6 H&M (700)

I affären hade man god ordning och en vettig överblick av hela lokalen så när som på provrummen, detta trots butikens storlek. Klädställen stod överlag tätt placerade och var fyllda med lättantändliga textilier. På kontoret, (701A-711) ett våningsplan upp, observerades inget anmärkningsvärt. Lagret, tillika varumottagning och utrymningsväg hade god ordning. Belysningen var väl placerad i alla delar av butiken.

Tänkbart scenario:

Brand i butik.

Tänkbar brandorsak:

Tekniskt fel.

Anlagd Brand.

7.2.7 LINDEX (900)

Lindex är placerat på källarvåningen i fastigheten. På kontoret/fikarummet hade man plockat bort reglagen till kokplattorna. Spisen hade ingen timer och någon uppgift om den var bortkopplad via säkringar fanns inte. Ovanpå plattorna stod ett diskstall med brännbart material.

I lagerutrymmet under rulltrapporna och bakom hissen fanns det brännbart material i form av framförallt trä och kartong. Tänkbara tändkällor i detta utrymme var begränsat men utgjordes av belysning samt själva hissen och rulltrapporna.

I klädeslagret hade man god ordning. Direkt under rökluckorna (som återfinns precis intill in-/utgången från parkeringen) fanns mycket hög brandbelastning i form av plastgalgar som vid förbränning skulle kunna utveckla extremt giftig rök.

I själva butiken var det tätt mellan klädställen och överblicken av lokalen och provrummen var mycket dålig.

Tänkbart scenario:

Brand i rulltrappa och/eller hiss.

Tänkbar brandorsak:

Tekniskt fel.

Anlagd Brand.

7.2.8 ÖVRIGA UTRYMMEN

7.2.8.1 FÖRRÅD OCH LAGER (017-020).

Dessa förråd tillhörde butikerna och var låsta, därför saknas också information om eventuell brandbelastning och potentiella tändkällor. Det antas att risken för brand här är mycket liten.

7.2.8.2 TRAPPHUS (002)

Under trapporna i denna utrymningsväg återfanns 10 stycken halvpallar i trä. Potential för anlagd brand eller liknande även om allmänheten normalt sett inte kommer in hit annat än genom larmade nödutgångar från Lindex. Att allmänheten inte får tillgång till det här utrymmet förutom vid utrymning samt att brännbart material ej förvaras här måste ingå i det systematiska branskyddsarbetet.

7.2.8.3 SOPRUM OCH VARUMOTTAGNING (028-030)

Normalt sett ej tillgängligt för allmänheten. Källsorteringen har rikligt med brännbart material av olika typer, här är dock ont om tändkällor.

I lagerslussen (028) fanns en nätbur med varor tillhörande Gallerix. Det observerades att staplade varor (kartong) befann sig alltför nära armaturen i taket. En eventuell brand här kan tänkas leda till rökspridning genom brandcellsgränsen till utrymningsvägen passage 027, då det här fanns ett öppet rör i taket genom den brandklassade väggen (EI60). Likaså är rökspridning via ventilationssystemet möjlig (se kapitel 6).

7.2.8.4 FLÄKTRUM OCH HISSMASKINRUM (056 & 059A; 058)

Fläktrum 056 är ett relativt litet utrymme och en brand här kan tänkas innebära spridning bakvägen genom ventilationssystemet.

Fläktrum 059A antas vara så pass stort (och högt) att tillräcklig tryckuppbyggnad för spridning ut i ventilationssystemen inte är möjlig.

Hissmaskinrum har i sin natur potential för brand genom tekniska fel.

7.2.8.5 ARKAD (042)

I gågatan genom gallerian fanns ett antal varuställ uppställda för skyltning och utgjorde en viss risk för anlagd brand.

7.2.8.6 ÖVRIGA, EJ OMNÄMNDA RUM OCH UTRYMMEN

De rum och utrymmen som ej omnämnts ovan anses antingen inte ha någon potential för ett brandförlopp alternativt utlämnats till följd av rapportens avgränsningar.

7.2.9 ALLMÄNGILTIGA BRANDRISKER

Under platsbesöket konstaterades att de brandorsaker, tändkällor och potentiella bränslen som tas upp i Fire safety risk assessment – Large places of assembly (DCLG, 2006) i stort fanns representerade även i Galleria Flanaden, vilket också delvis återspeglas i ovanstående butiksgenomgång. Följande generaliserade brandorsaker kan anses utgöra så väl små som stora risker i hela fastigheten:

Anlagd brand

Anlagd brand kan inträffa på flera ställen i gallerian, framförallt i publika eller lättillgängliga utrymmen samt på utsidan av byggnaden. Även utrymmen tillgängliga från utsidan via fönster får anses som högriskzoner.

Tekniskt fel

Tekniskt fel kan inträffa på alla de ställen i gallerian där elektrisk utrustning och installationer finns närvarande.

Felaktigt förfarande

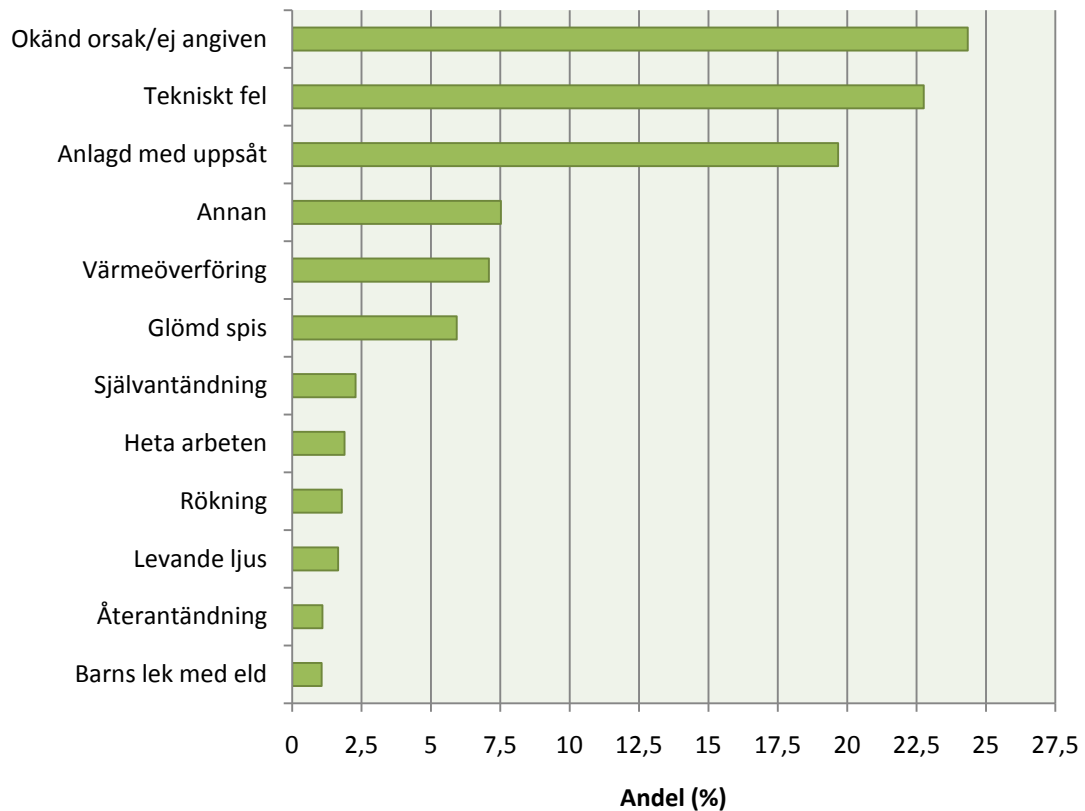
Hit räknas till exempel alla bränder som uppstår till följd av kraftig uppvärmning från felaktigt eller olämpligt placerad belysning. All lös, teknisk utrustning som inte specifikt omnämnts i detta kapitel är potentiella brandfaror om dessa inte hanteras enligt respektive bruksanvisning.

7.3 Statistik

Följande data är hämtad från IDA-portalen (MSB, 2010). Den baseras på händelser som föranlett kommunal räddningsinsats gällande brand i byggnad och kategorin ”110 Handel”. Statistiken är insamlad från 1996 och framåt och används för att sammanställa en riskmatris i kapitel 7.4, den understödjer också det underlag för riskhantering (DCLG, 2006) som delvis används i den här rapporten.

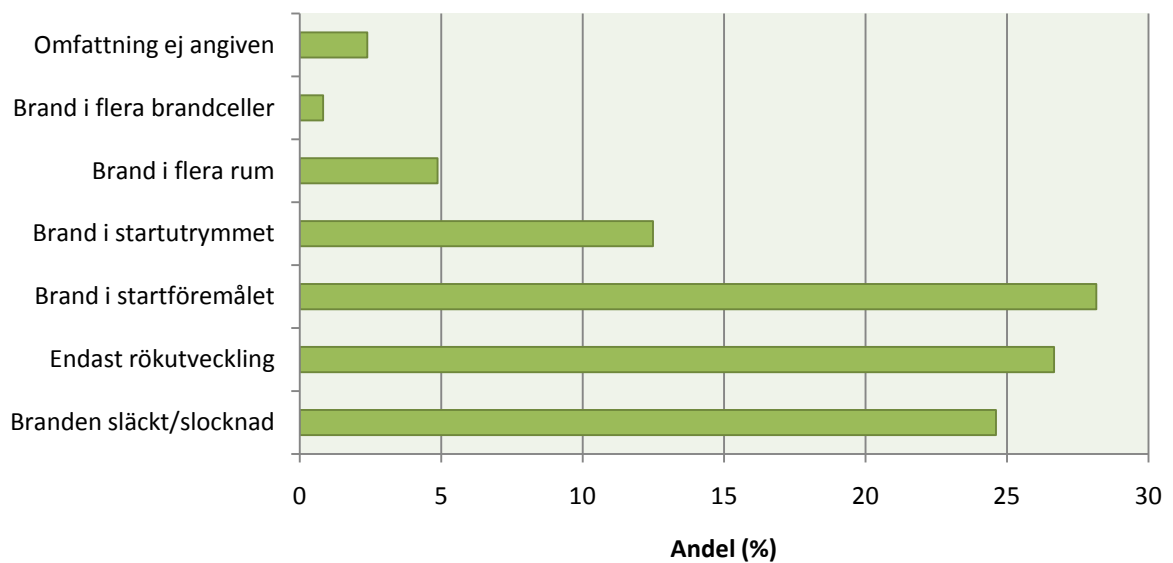
(Vissa kategorier – som står för väldigt låg andel av antalet bränder, oftast under en procent – har i en del fall utelämnats i nedanstående diagram då de anses vara irrelevanta).

Brandorsak (Andel av 3019 bränder)



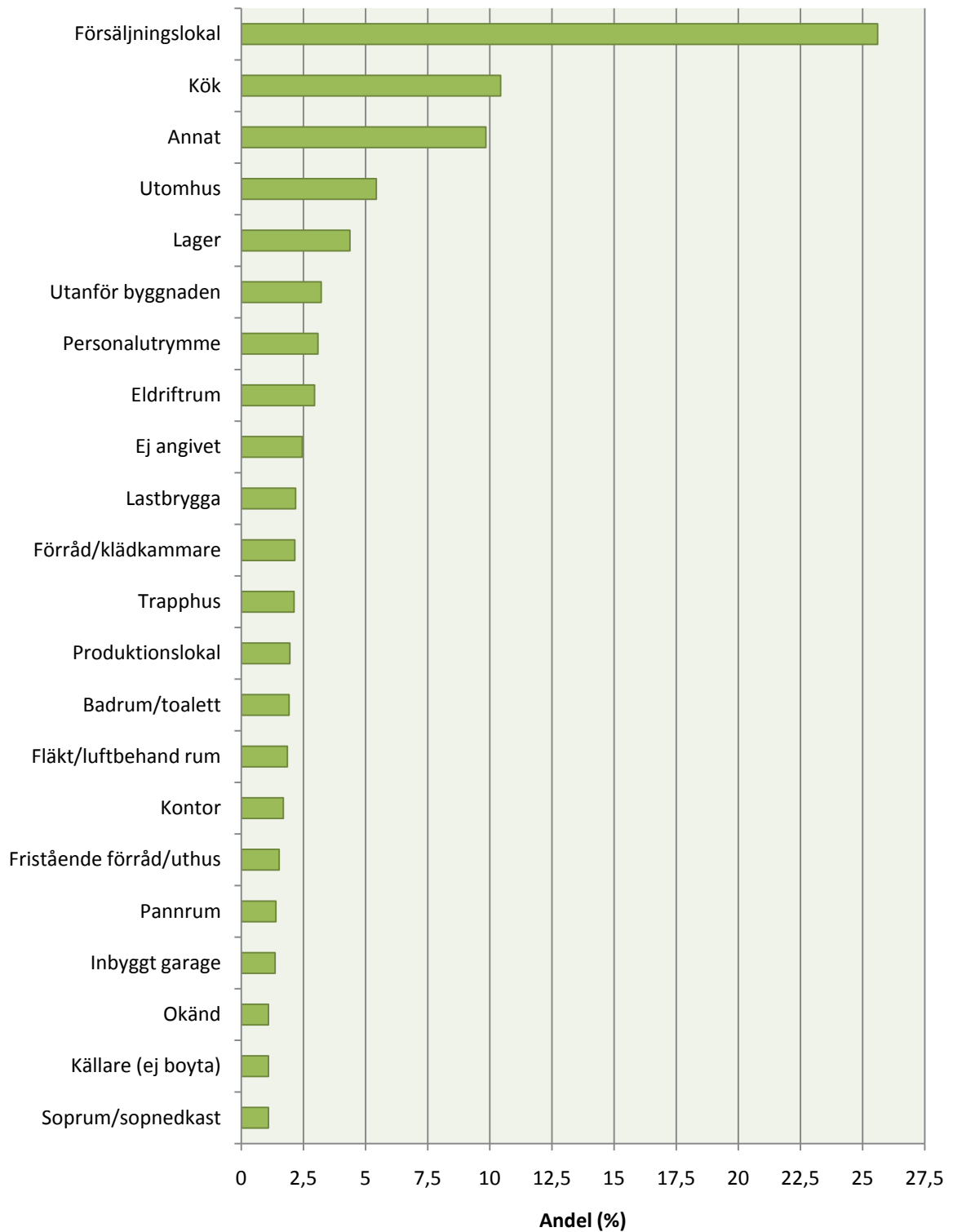
Figur 7.4 Brandorsak - Brand i byggnad - Handel

Omfattning vid RTJ:s ankomst (Andel av 3019 bränder)



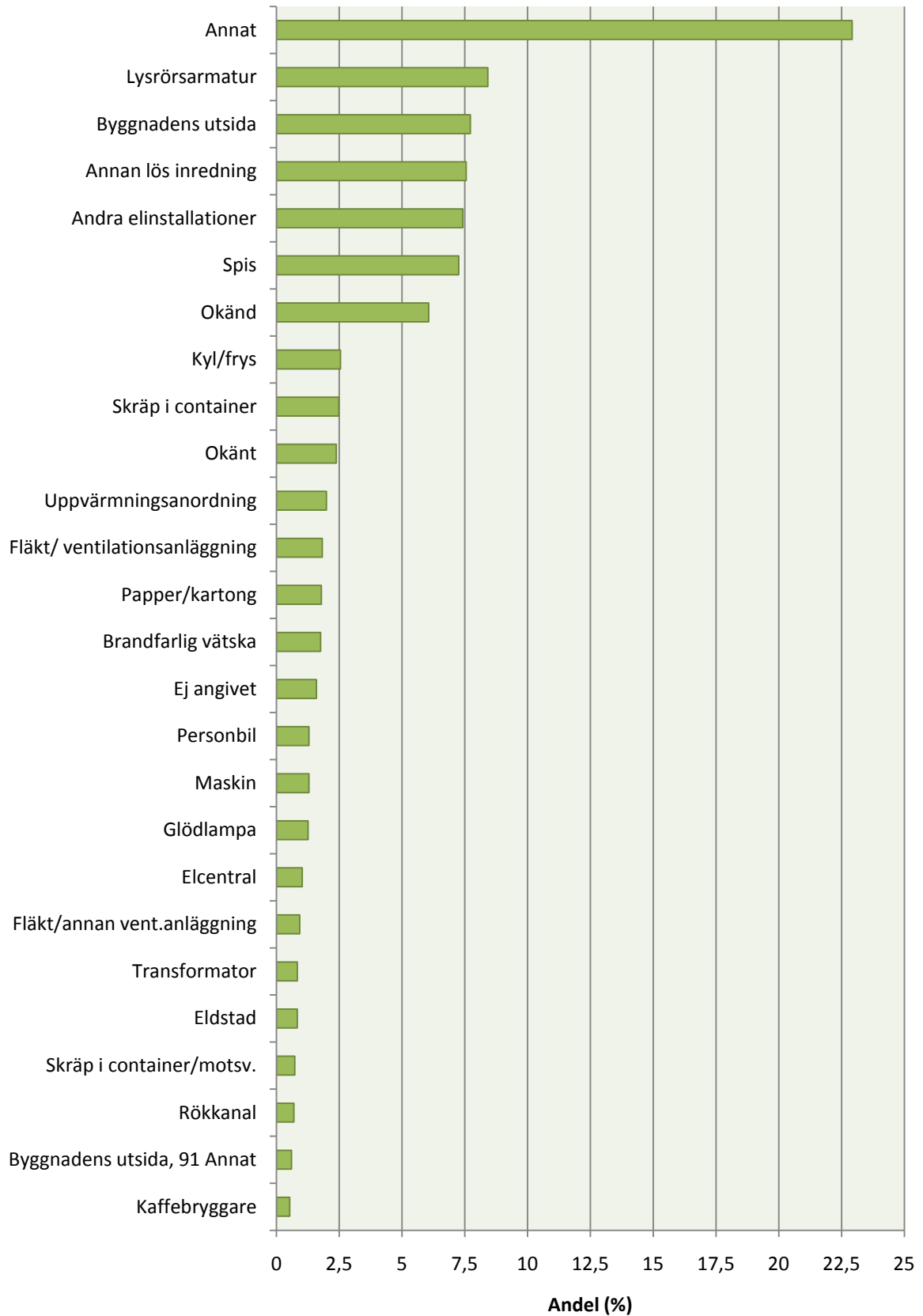
Figur 7.5 Omfattning vid räddningstjänstens ankomst - Brand i byggnad – Handel

Startutrymme (Andel av 3019 bränder)

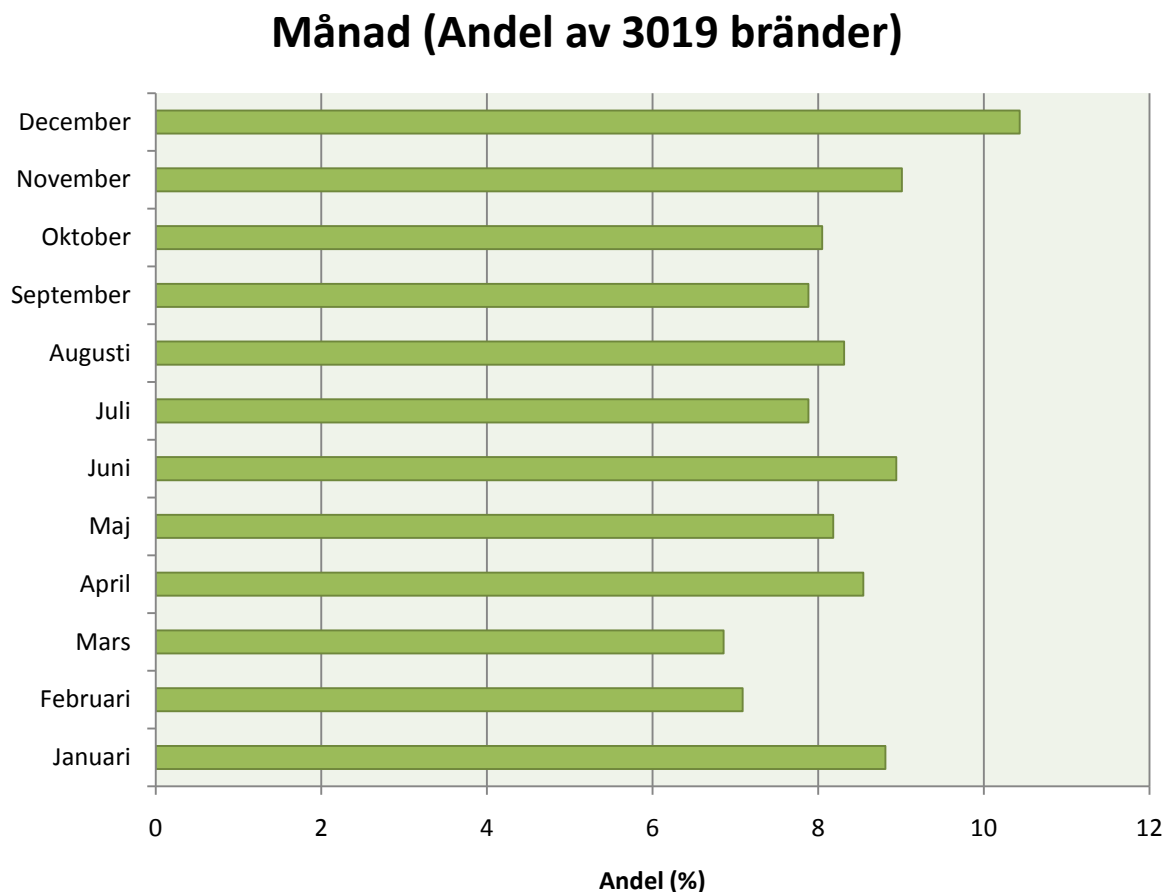


Figur 7.6 Startutrymme - Brand i byggnad - Handel

Startföremål (Andel av 3019 bränder)



Figur 7.7 Startföremål - Brand i byggnad - Handel



Figur 7.8 Månad - Brand i byggnad - Handel

Dyker man djupare kan man också skaffa sig en uppfattning om startföremål vid anlagda bränder. IDA-portalen rapporterar att ”annat” och ”byggnadens utsida” svarar för strax över 20 procent vardera, ”annan lös inredning” 15 procent, brandfarlig vätska 8 procent, papper/kartong samt ”skräp i container” står för omkring 5 procent vardera.

Cirka 40 procent av alla anlagda bränder sprider sig bortom startföremålet.

Gällande felaktigt förfarande, tekniska fel med mera så är lysrörsarmaturer en tämligen vanlig brandorsak.

7.4 Riskmatris

De nämnda, tänkbara brandscenarierna i kapitel 7.2 sammanfattas i nedanstående riskmatris (Tabell 7.1). Frekvenser har skattats utifrån statistiken i kapitel 7.3 (Figur 7.4–Figur 7.8) samt diskussioner i gruppen. Konsekvenserna har bedömts ingenjörsmässigt efter diskussioner i gruppen. Hänsyn har tagits till bland annat skattad tillväxthastighet på en eventuell brand, uppskattad detektionstid samt tillgången av utrymningsvägar och nödutgångar.

POTENTIELLA BRANDSCENARIER

Potentiella brandscenarier:

- 1) Brand i lagrummet hos b.young. Tekniskt fel, spis eller mikrovågsugn i pentryt.
- 2) Torrkokning eller tekniskt fel i caféets kök.
- 3) Brand på kontoret hos Gallerix. Ingen timer eller säkerhetsbrytare på limningsmaskinen med en arbetstemperatur på cirka 90 °C.
- 4) Brand på kontoret hos Hemtex. Strykjärn utrustat med timer och rejäl hållare glöms bort.
- 5) Brand hos H&M. Tekniskt fel eller anlagd brand.
- 6) Brand i eller vid rulltrappan/hissen ner till Lindex. Till exempel tekniskt fel i rulltrappan.
- 7) Brand i varumottagning/lagersluss. Brännbart material staplat allt för nära lamparmatur.
- 8) Brand i träpallar i trapphus eller passager.
- 9) Brand i tekniska utrymmen så som fläkt- och hissmaskinrum, elcentral med mera.
- 10) Brand i soprummet.
- 11) Brand i förråd och lager.

Tabell 7.1 Riskmatris över potentiella brandscenarier*

Frekvens/Konsekvens	Försumbar	Farlig	Allvarlig
Mycket sannolik	-	-	-
Sannolik	2a 7a 9a	2b 5 7b 9b	1 3 6
Osannolik	10 11a	4a 8 11b	4b

*Beteckningarna a och b visar att ett brandscenario kan ha olika omfattning och därmed olika konsekvenser

Där *Försumbar* Ingen eller ringa personsador.
Farlig Mindre personsador.
Allvarlig Betydande personsador.

Klassindelningen har gjorts efter förslag från Nystedt (2010).

De skuggade elementen anses vara extra viktiga att analysera, förebygga och minska konsekvenserna av då de utgör den allvarligaste kombinationen av frekvens och konsekvens.

Som tidigare nämnts uppstår ett brandscenario vanligen till följd av anlagd brand, tekniskt fel eller felaktigt förfarande. Dessa brandsaker kan i sin generaliserade form ge upphov till en uppsjö av tänkbara brandscenarier som tillsammans passar in i samtliga rutor i matrisen här ovanför (se även avsnitt 7.2.9). Ett eller flera av dessa till ytterlighet förenklade scenarier kan med fördel användas för att stresstesta utrymningsvägar och för att identifiera och analysera kritiska platser i gallerian.

7.5 Val av brandscenarier

Utifrån underlaget som presenterats i kapitel 7.4 väljs följande brandscenarier ut för vidare analys. Dessa brandscenarier anses återspegla de mest sannolika och något av de värsta tänkbara möjliga händelserna (ur person- och utrymningssäkerhetssynpunkt) som kan inträffa i gallerian.

1) Brand i lagerrummet tillika kontor och pausrum hos b.young (Figur 7.9)

En tämligen snabbt tillväxande brand här kommer att få en mycket hög effektutveckling i förhållande till rummets volym. Vidare kan det komma att dröja innan denna detekteras och ge branden tid att få fäste. Konsekvenserna kan bli allvarliga då branden eller röken från denna kan komma att blockera en av huvudentréerna till gallerian och därmed skapa ett mycket stort tryck på övriga utrymningsvägar. Även en brand i själva butikslokalen kommer att analyseras för att kontrollera detta.



Figur 7.9 Vänster och höger, lager- och pausrum tillika kontor hos b.young

2) **Brand i kontor och butik hos Gallerix** (Figur 7.10)

Både kontor och butik består till stor del av pappersvaror och en brand här kan komma att få en mycket snabb tillväxt. Brandbelastningen bedöms vara ungefär av samma storleksordning som hos b.young och även geometrin liknar b.youngs. På liknande sätt misstänks branden eller röken från denna även i detta fall kunna komma att blockera en av huvudentréerna till gallerian.



Figur 7.10 Vänster och höger, butik och kontor med limningsmaskin hos Gallerix

3) **Brand i butik hos H&M** (Figur 7.11)

En brand hos H&M kan komma att tillväxa snabbt och blockera den normala in- och utgången till butiken och därmed kräva utrymning genom någon av de alternativa utrymningsvägar/nödutgångarna. Denna lokal är dimensionerad för maximalt 150 personer men dimensionerande persontäthet ger, enligt avsnitt 4.4, att så många som 300 personer kan tänkas befinna sig i butiken om okontrollerat tillträde tillåts. Vidare överskrids längsta tillåtna gångavstånd på 30 meter i butiken varför ett brandscenario här anses vara viktigt att analysera.



Figur 7.11 Precis vid entrén till H&M

4) Brand i eller intill rulltrappa och hiss hos Lindex (bottenvåning) (Figur 7.12)

En brand i rulltrappan eller precis intill kommer att blockera den huvudsakliga utrymningsvägen och nödsaka evakuering via de slingriga vägar som finns tillgängliga längst in i butiken. Även denna lokal är dimensionerad för maximalt 150 personer men kan med en dimensionerande persontäthet om 0,3 personer/m² komma att rymma uppemot 180 personer vid ett tillfälle. Precis som hos H&M överskrids längsta tillåtna gångavstånd på 30 meter och här tillkommer dessutom de extra svårigheter som är förknippade med utrymning via rulltrappor (avsnitt 4.5).



Figur 7.12 Vänster och höger, rulltrappa och klädställ precis till vänster om denna hos Lindex

7.5.1 RESONEMANG

Då butikerna b.young och Gallerix liknar varandra väldigt mycket (storlek, geometri, nödutgång direkt till det fria, belägna i ändarna av arkaden med mera) kommer dessa brandscenarier att analyseras gemensamt.

Alla brandscenarier i intilliggande brandceller, det vill säga sådana som inte har något att göra med verksamheten där gallerians kunder i huvudsak vistas, har förkastats. (Exempel på sådana lokaler återfinns i annan brandcell i form av varumottagning, förråd, lager, fläktrum med mera). Motiveringen är att bränder i dessa utrymmen detekteras och ger larm om utrymning tämligen snabbt. Detta medför att gallerian kan evakueras fullständigt långt innan branden sprider sig till andra brandceller och påverkar personsäkerheten markant.

Det är viktigt att poängtera att resonemanget och valen gäller för en analys av personskydd. Om hänsyn skulle tas till egendomsskydd hade ovanstående val troligen sett annorlunda ut.

Brandspridning i det öppna röret mellan utrymmena 027 och 028 är naturligtvis icke önskvärt men kommer inte att utgöra någon omedelbar personfara då de personer som eventuellt använder utrymningsvägen kan retirera och använda annan utgång om nöden kräver.

8 BRANDSCENARIO, SMÅBUTIKER, B.YOUNG & GALLERIX (500 & 200)

Detta scenario syftar till att undersöka vad som sker då en brand inträffar hos Gallerix eller b.young och hur det påverkar utrymningssäkerheten i gallerian.

Butikerna Gallerix (200) och b.young (500) är väldigt lika varandra. Båda butikerna har varierande takhöjd med en röklucka i den högre delen av lokalen, nödutgång direkt till det fria, belägna i varsin ände av arkaden och det förväntade, förhållandevis låga, personantalet är ungefär detsamma. Gallerix har dock lite mindre area än b.young 110 m² mot 140 m². (Personantalet har skattats utifrån enkätundersökningen i Bilaga I samt egna observationer).

Till följd av likheterna kommer brand i dessa båda butiker att behandlas i ett och samma brandscenario.

8.1 Scenariobeskrivning

Utifrån tillgänglig statistik (avsnitt 7.3) anses det vara troligt att en brand startar på Gallerix kontor på grund av felaktigt förfarande med limningsmaskinen eller att någon anlägger en brand i butikslokalen hos b.young. Hädanefter kommer Gallerix kontor endast benämnas ”kontoret” och b.youngs butikslokal endast benämnas ”butikslokalen”.

Brandförloppet och effektutvecklingen vid en tänkbar brand påverkas av flera faktorer. Dessa faktorer har stor betydelse för omfattning och konsekvenser och på grund av detta delas brandscenariot in i tre olika fall:

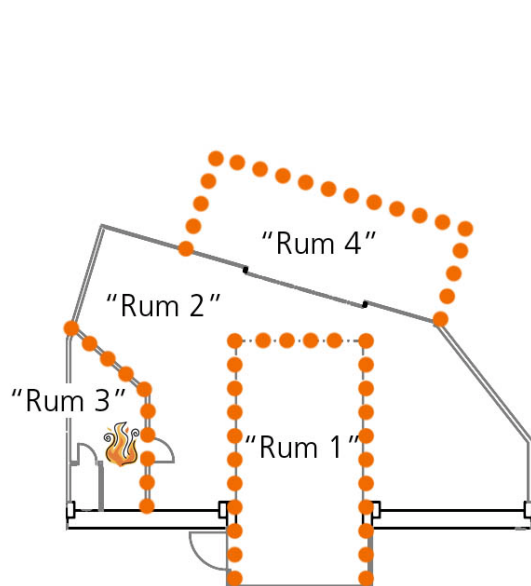
Fall 1: Branden upptäcks i ett tidigt skede och släcks manuellt.

Fall 2: Branden upptäcks i ett tidigt skede men släcks inte manuellt.

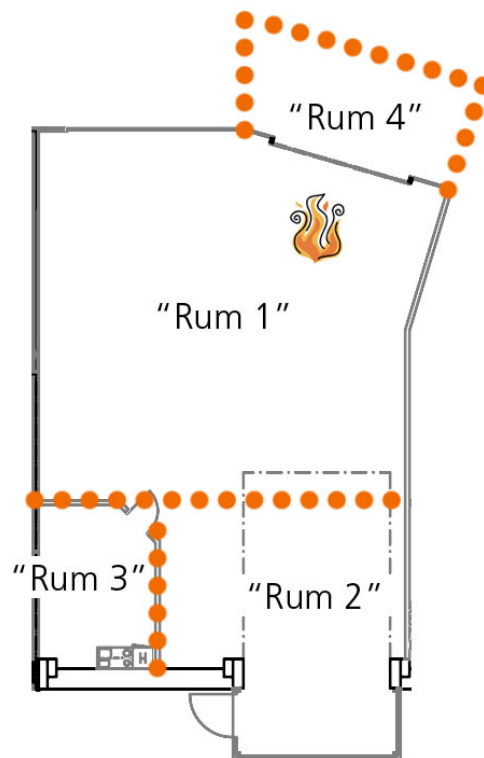
Fall 3: Branden upptäcks inte i ett tidigt skede utan får fortgå ostört.

I fortsättningen av detta kapitel kommer fall 2 och 3 att analyseras vidare. Fall 1 behandlas inte ytterligare då riskerna anses vara små när branden släcks i ett tidigt skede.

Butikerna har delats in i olika zoner, eller ”rum” enligt figurerna 8.1 & 8.2 nedan.



Figur 8.1 Uppdelning av Gallerix i olika zoner, ”rum”, med brandstartplats



Figur 8.2 Uppdelning av b.young i olika zoner, ”rum”, med brandstartplats

I normalfallet antas det att cirka 15 personer befinner sig i någon av butikerna vid en viss tidpunkt men att det vid speciella tillfällen så som reor och storhelger kan finnas betydligt fler i lokalerna. Det maximala personantalet antas vara 55 personer vid ett visst tillfälle. Detta motsvarar en persontäthet på 0,5 personer/m² i Gallerixbutiken (0,4 hos b.young) och är något högre än de 0,3 personer/m² som tidigare angetts som rimligt för Galleria Flanaden (avsnitt 4.4). Det högre värdet har använts för att få en tydligare skillnad från normalfallet till extremfallet.

Hos Gallerix är de föremål som kan bidra till ett brandförlopp på kontoret en träbänk, en del tavlor och hyllor med papper av olika kvalitet. Särddqvist (1993) har sammanställt olika typer av testförsök som anses vara väl jämförbara med brandscenariot i Gallerix. Inredningen som användes vid testförsöken, utförda av Walton & Budnick (1988), redovisas i Bilaga E och arean av testkontoret var 10 m². Effektutvecklingskurvan från detta scenario (Figur 8.3) har använts till simuleringar i Argos. Observera att effektutvecklingskurvan modifierats genom att förbrinntiden har tagits bort. Detta har gjorts då det är osäkert hur lång förbrinntiden verkligen är. Detta är konservativt.

Nästantill alla bränder som uppstår har en accelererande tillväxt. Ett sätt att analysera en brands inledande fas på är att göra en jämförelse med standardiserade effektutvecklingskurvor, så kallade " α^2 -bränder". α^2 -bränder är bränder vilka tillväxer med en kvadratisk effektutveckling (Karlsson & Quintiere, 2000). Standardkurvorna togs fram i USA för att användas vid dimensionering av detektionssystem, men har även visat sig vara någorlunda lämpliga för att beskriva den inledande fasen av ett brandförlopp. Olika tillväxthastigheter ger olika värden på α . I Tabell 8.1 anges några vanliga α -värden som är vanligt förekommande vid jämförelse av tillväxthastigheter, dessa används också vidare i rapporten. Karlsson & Quintiere (2000) rekommenderar att tillväxthastigheten "Fast" används för kontorsbränder och "Ultra fast" för bränder i köpcentrum.

Nedan anges ekvationen för effektutvecklingen som funktion av tiden (8.1).

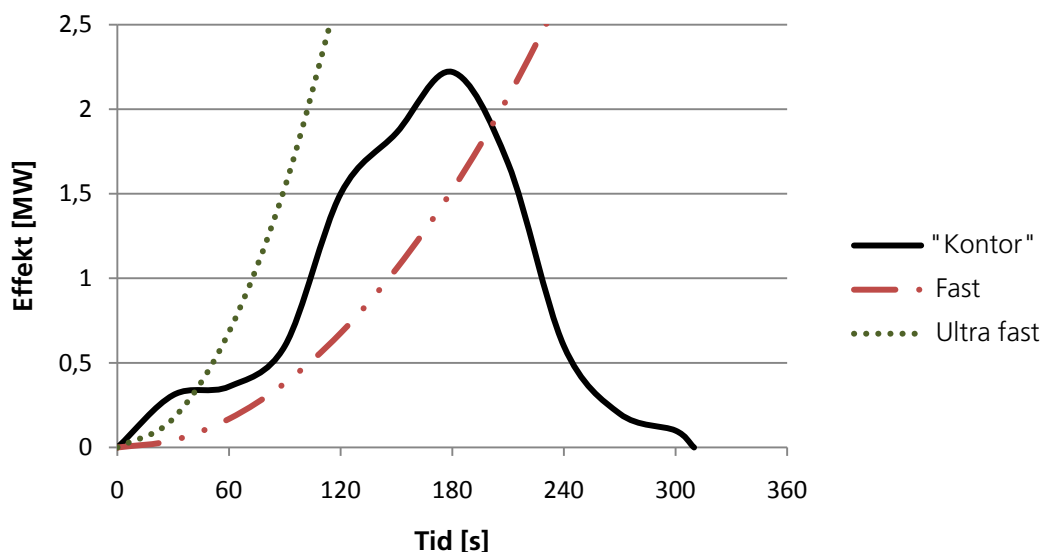
$$\dot{Q} = \alpha \cdot t^2 \quad (8.1)$$

Där	\dot{Q}	effektutveckling	[kW]
	α	tillväxthastighet	[kW/s ²]
	t	tiden från antändning	[s]

Tabell 8.1 Vanliga värden på tillväxthastigheten (α) (Karlsson & Quintiere, 2000).

Tillväxthastighet	α [kW/s ²]
Ultra fast	0,19
Fast	0,047
Medium	0,012
Slow	0,003

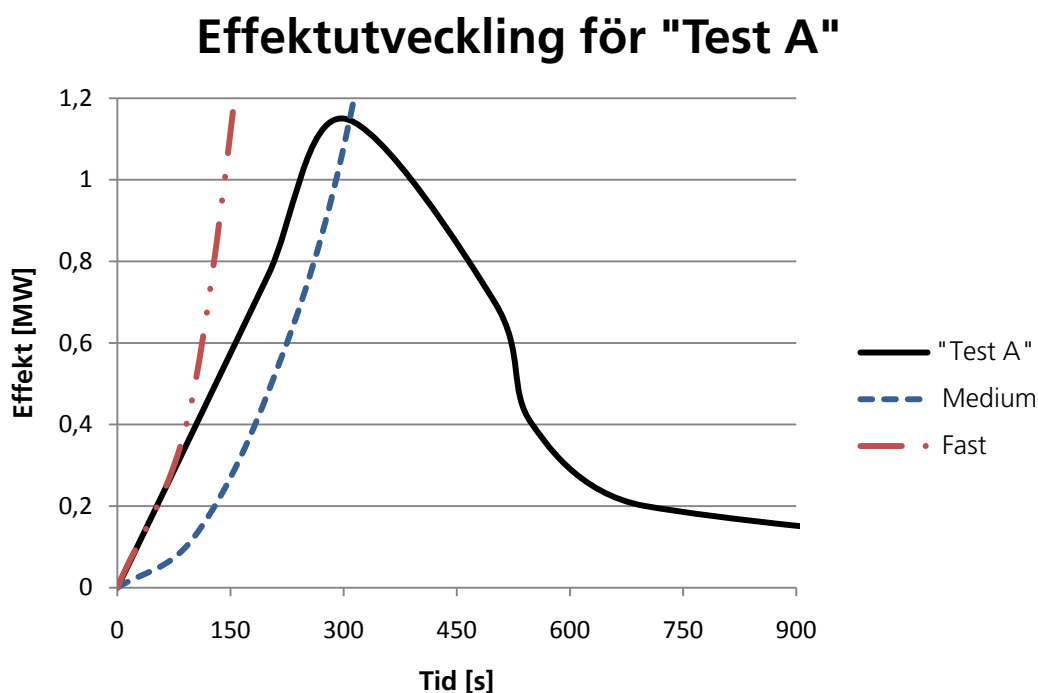
Effektutveckling för "Kontor"



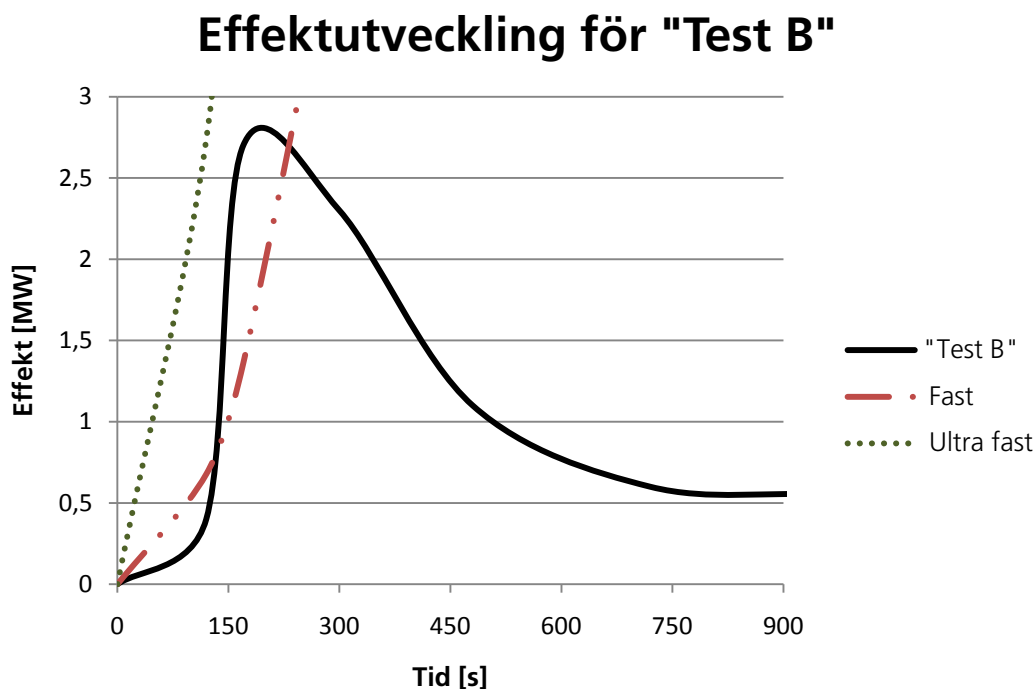
Figur 8.3 Effektutvecklingskurva för "Kontor" jämfört med α^2 -kurvorna Fast och Ultra fast enligt NRC-CNRC (2005).

Det brännbara materialet hos b.young består främst av kläder upphängda på klädställ av metall eller trä. National Research Council Canada (NRC-CNRC) (2005 & 2007) har utfört experiment där just ställningar med kläder eldats. Två av dessa experiment anses vara representativa för en trolig brand hos b.young, "Test A" med totalt 35 kg bränsle och "Test B" med totalt 71 kg bränsle. I båda fallen bestod det brännbara materialet av 86 procent textilier (bomull). Brandbelastningen var lika hög i båda testerna. Det är oklart hur klädställen antändes, men det är inte otroligt att det skedde med en öppen låga på grund av att branden tillväxer relativt snabbt.

NRC-CNRC:s experiment utfördes i rum med mycket mindre dimensioner och öppningar än de som är aktuella hos b.young och därför kan inte all information som krävs för utrymningsdimensionering hämtas från deras resultat. Endast effektutveckling, koldioxid- och kolmonoxidproduktion anses vara parametrar som är någorlunda oberoende av rummets dimensioner då syretillförseln antas vara väldigt god under det tidiga brandförloppet (se Bilaga A). I ett mindre rum med god syretillförsel kommer dock tillväxthastigheten att bli högre eftersom återstrålningen från det varma brandgaslagret är högre. Att använda effektutvecklingar enligt experimenten ovan är alltså konservativt.



Figur 8.4 Effektutvecklingskurva för "Test A" jämfört med α^2 -kurvorna Medium och Fast enligt NRC-CNRC (2005).



Figur 8.5 Effektutvecklingskurva för "Test A" jämfört med α^2 -kurvorna Fast och Ultra fast enligt NRC-CNRC (2005).

Rökluckan i den drabbade butiken förväntas vara stängd under hela utrymningsförloppet då denna öppnas manuellt av räddningstjänsten. Detta antas ske så pass sent att brandgasventilationen inte kommer att påverka inledningsfasen av brandförloppet och därmed inte är relevant ur utrymningsperspektiv.

8.1.1 VENTILATIONSKONTROLL

Enligt Bilaga A så kommer de dimensionerade bränderna vara bränslekontrollerade under hela utrymningsförloppet både på kontoret och i butikslokalen.

8.2 Tid till kritiska förhållanden

Tiden till kritiska förhållanden definieras i kapitel 4 och de aktuella parametrarna simuleras i Argos. De kortaste tiderna presenteras här nedan medans samtliga tider till kritiska förhållanden presenteras i Bilaga F och en verifierande handberäkning i Bilaga D.

8.2.1 BUTIKER

De kritiska förhållanden som uppstår på kontoret anses inte ha någon betydelse för utrymning från övriga delar av butiken. Istället är det tiden till kritiska förhållanden i någon del av butikslokalen som anger hur lång tid utrymning får ta. Till exempel, om tiden till kritiska förhållanden är en minut i "rum 1", så måste utrymning från "rum 1" och "rum 2" ske inom en minut.

5 meters sikt i butikerna anses vara acceptabelt, då dessa butiker är små och det är lätt att skaffa sig god kännedom om lokalerna. Med detta menas att lokalerna är att betrakta som känd miljö. Boverket (2008a) ger det allmänna rådet att siktbarheten i känd miljö ej bör understiga 5 meter.

Tabell 8.2 *Aktuell brand, parameter samt kortaste tid till kritiska förhållanden för olika scenarier (avrundat i tiosekundersintervall)*

Scenario	Parameter	Tid [min:sek]
Brand i "rum 1", Test A	Sikt	2:10
Brand i "rum 1", Test B	Brandgaslager	2:40*
Brand på kontoret	Sikt	1:40

*Tid till kritiska förhållanden blir längre för Test B än Test A på grund av något långsammare tillväxthastighet i initialskedet av effektutvecklingen.

Ingen hänsyn tas till produktionen av kolmonoxid eller koldioxid då bränderna är bränslekontrollerade och det antas att andra kritiska förhållanden uppstår mycket tidigare.

8.2.2 ARKADEN

Kritiska förhållanden i arkaden har tagits fram genom att delvis avskärma en "sektion" av arkaden från den övriga arkaden. En öppning på 1 meters höjd från marken läggs in från arkaden till omgivningen. En sektion är den volym som ryms mellan de betongbalkar som går ner från taket. Hela arkaden består av sammanlagt 11 sektioner. Arean är 20 m² och höjden till taket är 4,2 meter.

Den kortaste tiden från simuleringarna ovan används för att analysera tiden till kritiska förhållanden i arkaden, detta sker vid brand i "Rum 1", Test B. Brandgaslagret börjar sjunka efter 2 minuter och 30 sekunder, detta då sektionen är tillsluten. I verkligheten kommer brandgaserna dock att sprida sig vidare till närliggande sektioner. Enligt Argos kommer en sektion att rökfyllas på 20 sekunder. Det är osäkert hur många sektioner som kommer att rökfyllas innan brandgaslagret kan sjunka, men det antas att åtminstone fem stycken måste rökfyllas innan så är möjligt. Alltså tar det uppskattningsvis cirka 4 minuter innan kritiska förhållanden uppstår i arkaden.

Rökfyllning i sektionen precis utanför Gallerix påbörjas 2 minuter och 50 sekunder in i brandförloppet, vid denna tidpunkt har övertändning redan inträffat på kontoret. Detta beaktas i simuleringen, men då "Test B" ger upphov till kritiska förhållanden tidigare än branden på kontoret nyttjas det scenariot för att analysera utrymningssäkerheten i arkaden.

8.2.3 UPPSKATTAD TID TILL ÖVERTÄNDNING

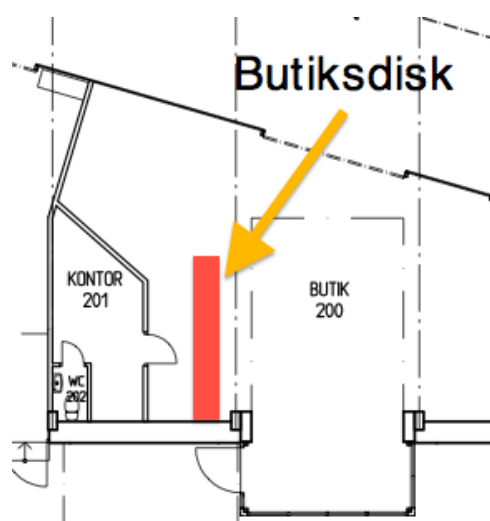
Tid till övertändning beräknas i Bilaga B. På kontoret kan övertändning inträffa efter cirka 100 sekunder. Denna tid är längre än tiden till kritiska förhållanden då utrymning redan

ska ha skett och därför analyseras inte ett övertändningsscenario vidare. I butikslokalen kan övertändning inte inträffa med de dimensionerande bränderna.

8.2.4 SPRIDNING AV BRAND

Om brandspridning sker är detta endast intressant om så sker innan tid till kritiska förhållanden uppstår. Enligt Bilaga C kan spridning mellan klädställ ske om avståndet mellan dem är mindre än 1,5 meter. Spridningen sker efter 2 minuter för Test B, vilket är kortare än tiden till kritiska förhållanden och därför analyseras konsekvenserna av spridning vidare i känslighetsanalysen.

Brandspridningsrisken från Gallerix kontor ut till butikslokalen innan dess att kritiska förhållanden uppstår bedöms vara liten. Detta grundar sig på att butiksdisken skärmar av en stor del av den strålade branden från resterande delar av lokalen. Butiksdisken är cirka 1,3 meter hög och står placerad cirka 1,3 meter från dörröppningen till kontoret (Figur 8.6).



Figur 8.6 Butiksdiskens placering hos Gallerix

8.2.5 SAMMANFATTNING – KRITISKA FÖRHÅLLANDEN

- Bränderna kommer att vara bränslekontrollerad under hela brandförloppet.
- Det föreligger stor risk för övertändning i kontoret, men det analyseras inte djupare, då tiden för kritiska förhållanden uppstår tidigare. Övertändning kommer med största sannolikhet inte att inträffa i butikslokalen.
- Det finns risk att branden sprider sig i butikslokalen, men spridning sker inte förrän efter det att kritiska förhållanden uppstått.
- Kritiska förhållanden hos Gallerix kan uppstå så tidigt som efter 1 minut och 40 sekunder.
- Kritiska förhållanden i arkaden uppstår efter cirka 4 minuter.

8.3 Tid till utrymning

Utrymningstiden består av tre delar, som definierats i kapitel 4. Beräkning av respektive del för utrymning följer nedan.

8.3.1 TID TILL DETEKTION – VARSEBLIVNINGSTID

Varseblivningstiden är starkt beroende av om någon ser branden, eller om det är först när brandlarmet aktiverar som människor blir uppmärksamma på att det brinner.

I Fall 2 antas någon uppmärksamma branden efter 10 sekunder.

I Fall 3 används datorprogrammet DETACT-QS för att beräkna detektionstiden för rökdetektorerna utifrån en metod i Kompendium i Aktiva System - Detektion (Nilsson & Holmstedt 2008). RTI sätts till 0,5, då inget känselement behöver värmas upp. Rumstemperaturen sätts till 20°C och det antas att temperaturökningen är 4°C vid aktivering, så att aktiveringstemperaturen är 24°C. Rumshöjden är 4,2 meter ("Rum 1") och 2,7 meter ("Rum 3"). Det horisontella avståndet mellan bränsle och detektor sätts till 5 meter i "Rum 1" respektive 3 meter i "Rum 3". Effektutvecklingen som funktion av tiden för brand Test A och B läggs in efter respektive tabeller.

Tabell 8.3 *Aktiveringstid för rökdetektorer.*

Scenario	Tid (s)
Brand i "Rum 1", Test A	9
Brand i "Rum 1", Test B	10
Brand i "Rum 3" (kontoret)	3

Då skillnaden, är marginellt liten mellan de olika bränderna, så används den längsta tiden till detektoraktivering, 10 sekunder, för att förenkla presentation av resultat.

Det är alltså ingen signifikant skillnad i varseblivningstid oavsett om någon ser branden, eller om branden detekteras av rökdetektorer. I resultatet kommer inte fall 2 och 3 att separeras, utan varseblivningstiden sätts generellt till 10 sekunder.

8.3.2 FÖRBEREDELSETID

Denna parameter bestäms utifrån Tabell 4.1 och är 1 minut för både fall 2 och fall 3. I fall 2 grundas det på att någon ser branden och i fall 3 på att det finns ett informativt talat meddelande kopplat till utrymningslarmet (se avsnitt 5.2.1).

8.3.3 FÖRFLYTTNINGSTID

Utrymningsscenarioet beräknas för b.young då denna har något längre gångavstånd och där det troligen befinner sig något fler människor vid ett visst tillfälle än hos Gallerix, men det anses vara representativt även för Gallerix. Detta är konservativt.

Datorprogrammet Simulex har använts för att simulera förflyttningstiden och indata till programmet redovisas i Bilaga G. Vid brand i butikslokalen förutsätts huvudentrén till

BRANDSCENARIO, SMÅBUTIKER, B.YOUNG & GALLERIX (500 & 200)

butiken, som leder till arkaden, vara spärrad av själva brandhärden och därmed sker all utrymning via nödutgången.

Folk bedöms vara i temporär säkerhet då de utrymt till arkaden. Bedömningen grundar sig på att tiden tills dess att kritiska förhållanden uppstår i arkaden är avsevärt längre än utrymningstiden (Tabell 8.5). (Se även avsnitt 8.3.5).

Tabell 8.4 *Förflyttningstiden från b.young*

Scenario	Personer	Tid [s]
Huvudentré blockerad	55	50
Huvudentré blockerad	15	20
Alla utgångar fria	55	20
Alla utgångar fria	15	10

Ur utrymningssäkerhetssynpunkt är det intressant att analysera hur utrymningsförloppet påverkas av en blockerad utrymningsväg. Huvudentrén har blockerats i simuleringarna, men det anses även vara representativt för en blockerad nödutgång i någon av butikerna. (Skillnaden i förflyttningstid blir marginellt liten om man blockerar den ena utgången istället för den andra).

Alternativet med en blockerad nödutgång har analyserats då det utanför Gallerix observerades bristfällig snöröjning i kombination med att utrymning sker till en inhägnad uteservering med bord och stolar som kraftigt minskar framkomligheten (Figur 8.7).



Figur 8.7 *Alternativ utrymningsväg från Gallerix via uteservering.*

8.3.4 TOTAL UTRYMNINGSTID

Tabell 8.5 *Total utrymningstid från b.young*

Scenario	Personer	Tid [s]
Huvudentré blockerad	55	120
Huvudentré blockerad	15	90
Alla utgångar fria	55	90
Alla utgångar fria	15	80

8.3.5 UTRYMNING AV HELA GALLERIAN

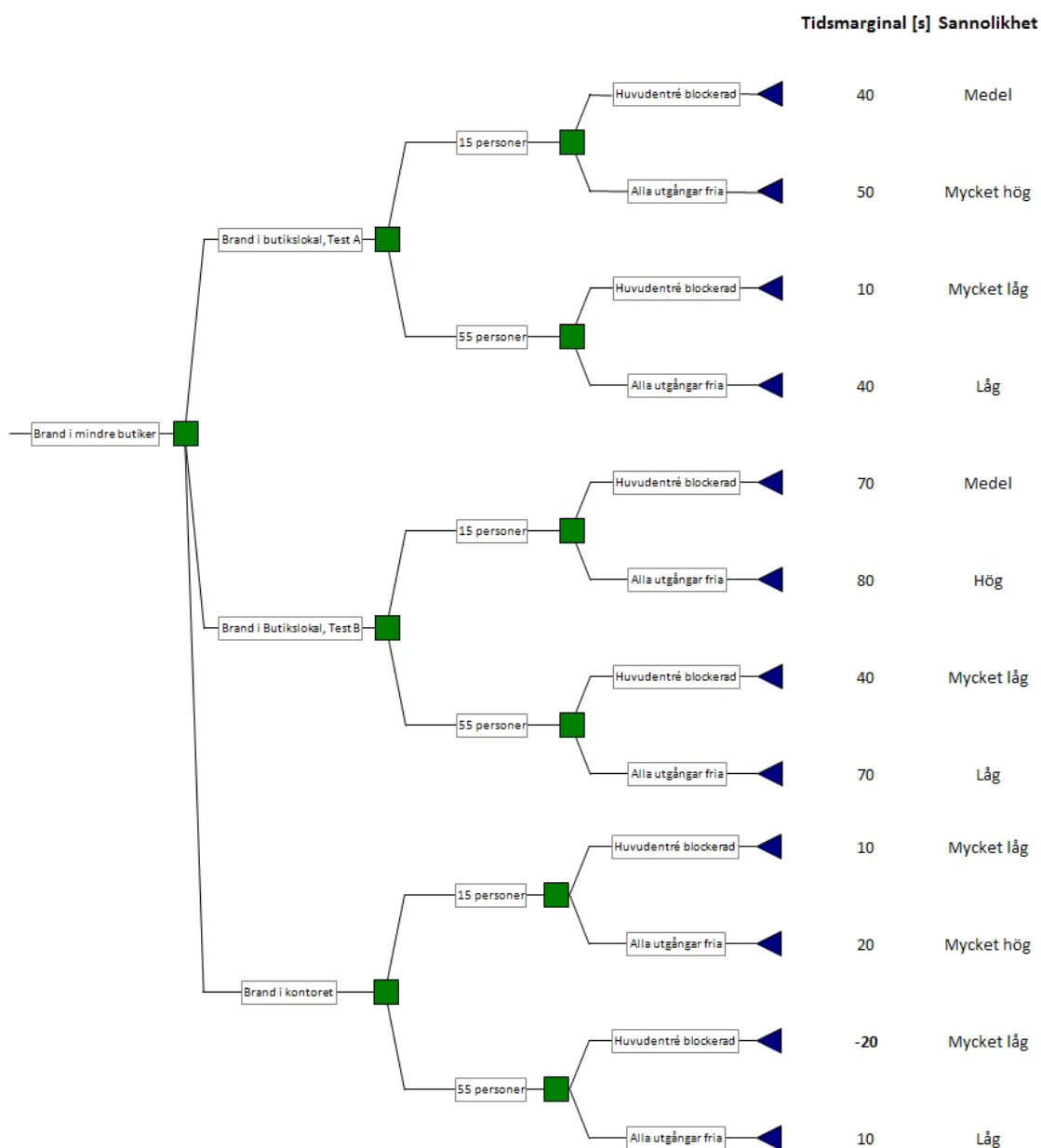
Ett fullständigt utrymningsscenario har simulerats för att analysera hur brandgasspridning i arkaden påverkar utrymningssäkerheten. Alla butiker i gallerian fylls med människor med en persontäthet på 0,3 personer/m², totalt cirka 700 personer.

Varseblivningstiden antas vara 10 sekunder och förberedelsestiden sätts till 1 minut. Förflyttningstiden simulerades med Huvudentré 1 blockerad (Bilaga G), vilket egentligen inte inträffar förrän tidigast efter cirka 4 minuter (avsnitt 8.2.2) då kritiska förhållanden uppstår. Trots dessa konservativa antaganden blev förflyttningstiden cirka 2,5 minuter och den totala utrymningstiden 3 minuter och 40 sekunder, tidsmarginalen blir därför positiv med 20 sekunder tillgodo. Slutsatsen kan alltså dras att det med allra största sannolikhet kan utföras en säker utrymning av hela gallerian.

Det bör påpekas att då arkaden rökfylls så förmodas besökarna utrymma genom butikernas alternativa utgångar istället för genom huvudentrén och således riskerar de inte att ta skada av brandgaserna i arkaden (jämför med fallet ”Huvudentré blockerad” i respektive brandscenario). Brandgasspridning till andra butiker, via arkaden, antas ta så pass lång tid att utrymning av hela gallerian redan har skett.

8.4 Resultat

Tiden till kritiska förhållanden (Tabell 8.2) jämförs med ovanstående utrymningstider. Resultatet presenteras i form av ett händelsetråd där tidsmarginalen angetts i slutet av varje gren. Den inbördes sannolikheten för varje delscenario har skattats ingenjörsmässigt, för att sedan ligga till grund för rimliga åtgärdsförslag.



Figur 8.8 Händelsesträd för brand i någon av småbutikerna.

8.5 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen tar upp de parametrar i brandscenerierna och utrymningsscenerierna som är av störst vikt då tider till kritiska förhållanden utvärderas, detta för att se vilka delar i förloppen som har störst betydelse för utvärderingen av personskyddet. Nedan följer de parametrar som har granskats mer ingående, de är redovisade i fallande ordning med den mest betydande parametern först.

8.5.1 BRÄNSLE

Tiden till kritiska förhållanden kan minska med upp till en minut beroende på vad som brinner. Vid brand i kontoret brinner en hel del cellulosa- och plastmaterial som har mycket högre rökpotential än bomull och alltså produceras mer rök som ger upphov till dålig sikt.

8.5.2 PERSONANTAL

Utrymningstiden påverkas mer av antalet människor om en utgång är blockerad. Då är differensen 30 sekunder. Är ingen utgång blockerad är differensen endast 10 sekunder. Det anses vara ytterst osannolikt att antalet människor överstiger 55 personer då detta motsvarar en dimensionerande persontäthet på över 0,3 personer/m² (se avsnitt 4.4).

8.5.3 BLOCKERING AV UTRYMNINGSVÄG

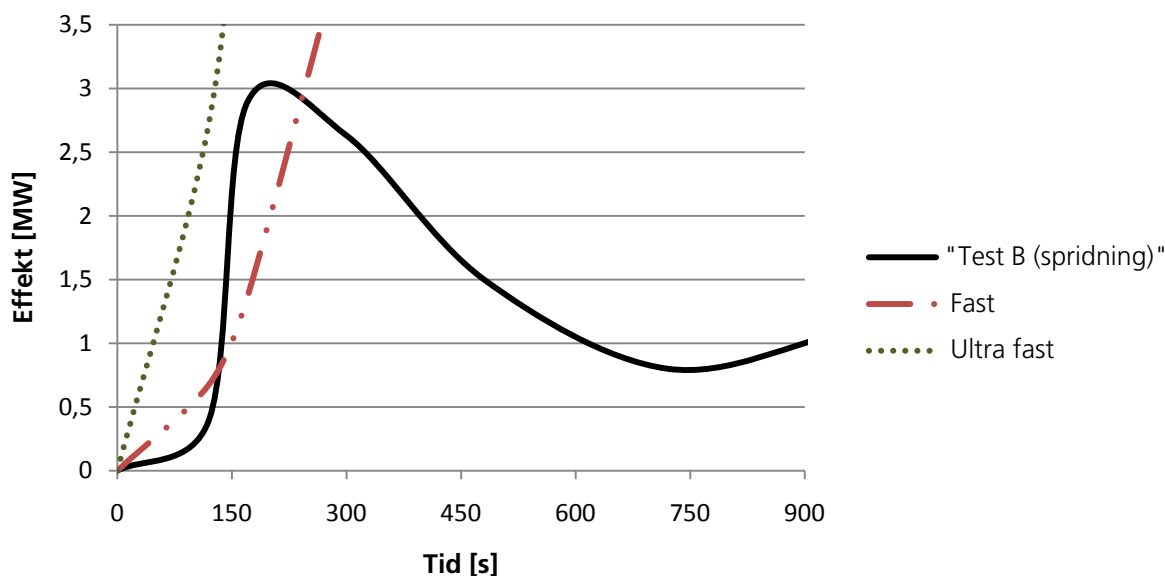
Om huvudentrén till butiken är blockerad minskar tidsmarginalen, främst för att det uppstår köbildning vid den enda tillgängliga utgången. Vid köbildning är det större sannolikhet att människor faller eller skadar sig, vilket kan förlänga utrymningstiden. Skillnaden mellan att låta alla människor utrymma via nödutgången istället för genom huvudentrén då det vistas 55 personer i butiken är endast fyra sekunder, det vill säga så liten att den anses vara försumbar.

8.5.4 EFFEKTUTVECKLING FÖR BRANDEN

Vid utrymningsdimensionering är det främst den initiala tillväxthastigheten (de första två minuterna) för en brand som påverkar säkerheten. En snabbt tillväxande brand i ett litet utrymme ger kort tid till kritiska förhållanden. Den maximala effektutvecklingen har mindre betydelse annat än för egendomsskydd, vilket inte behandlas i denna rapport.

Vid spridning av brand, Test B, adderas effekten av en brand till en annan efter två minuter (den tid varefter spridning sker). Effektutvecklingen blir då enligt Figur 8.9 nedan.

Effektutveckling för spridning av "Test B"



Figur 8.9 Effektutvecklingskurva för "Test B" jämfört med α^2 -kurvorna Fast och Ultra fast enligt NRC-CNRC (2005).

Simuleringar i Argos visar att tiden till kritiska förhållanden endast sjunker marginellt (med 5 sekunder).

8.5.5 ANDRA FAKTORER

Varseblivningstiden är kort i samtliga fall då rökdetektorerna aktiverar mycket snabbt. Metoden som används för beräkning av aktiveringstiden är baserad på detektionstiden för moderna rökdetektorer och sådana antas finnas i Gallerian då den renoverades 2001.

Förberedelsetiden är osäker. Till exempel är det tänkbart att det befinner sig avklädda människor i provhytter som ogärna beger sig ut från butiken utan någon eller några minuters förberedelsetid för att klä på sig och samla ihop sina tillhörigheter. Detta anses inte vara något problem då tidsmarginalen är väldigt hög i de mest sannolika delscenarierna (vid brand i b.young).

8.6 Sammanfattning av brandscenario

Små lokaler som är lätta att överblicka och med god tillgång till utrymningsvägar gör att utrymning från butikerna b.young och Gallerix i dagsläget kan ske tillfredsställande.

Det fall då tidsmarginalen är negativ anses vara ytterst osannolikt och därmed inte tillräckligt relevant för att kräva några åtgärder.

Trots rökspridning ut i arkaden är det även möjligt att genomföra personsäker utrymning av hela gallerian.

9 BRANDSCENARIO, H&M (700)

Det brännbara materialet i denna butik består främst av kläder upphängda på klädställ av metall eller trä, precis som hos b.young. Den största skillnaden butikerna emellan är att H&M är flera gånger större vilket medför att simuleringar utifrån tvåzonsmodellen blir väldigt osäkra och att det med stor sannolikhet befinner sig fler människor i butiken vid ett brandtillbud.

Experiment utförda av National Research Council Canada (NRC-CNRC) (2005, 2007) ligger till grund för de dimensionerande bränderna på H&M, ”Test A” och ”Test B”. Dessa beskrivs utförligt i kapitel 8.

Ingen noggrann analys av sprinklersystemets inverkan på brandscenariot utförs; dels täcker systemet endast gångstråket genom butiken och dels är RTI (Response Time Index) okänt.

9.1 Scenariobeskrivning

Utifrån tillgänglig statistik (se avsnitt 7.3) antas att en brand har störst sannolikhet att starta genom tekniskt fel, till exempel i belysning, eller att någon anlägger en brand i butiken. Brand på lagret/varumottagningen diskuteras i kapitel 6, men analyseras inte djupare.

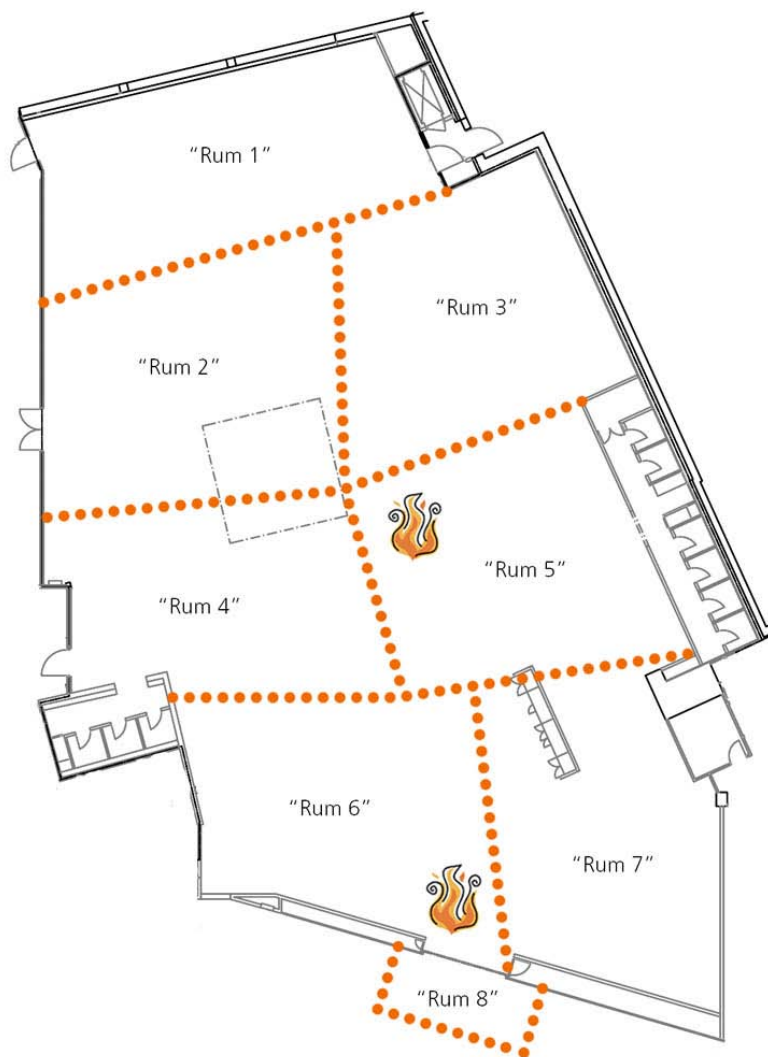
Branden bedöms ha mer eller mindre lika stor sannolikhet att starta på alla ställen i butiken, så endast de mest intressanta ur personsäkerhetssynpunkt kommer att granskas. Dessa anses vara vid entrén, som då blockeras av branden, och i mitten av lokalen, som anses vara representativt för alla andra möjliga bränder i lokalen och som inte blockerar någon utrymningsväg. Vid platsbesöket upptäcktes att två av utrymningsvägarna från H&M (utgång 2 och 3, Bilaga G) var blockerade av snö, så utrymning undersöks också med dessa båda utgångar blockerade.

Det var inte möjligt för personalen på H&M att delta i den enkätundersökning som genomfördes vid platsbesöket i gallerian, så antalet människor i butiken fick uppskattas på plats. Det antas att ett representativt antal besökare i butiken uppgår till cirka 40 stycken vid en viss tidpunkt men då lokalen är dimensionerad för 150 personer analyseras även

utrymning med detta antal. Analysen berör också scenarier med 300 personer, vilket motsvarar en persontäthet om 0,3 personer/m² enligt avsnitt 4.4.

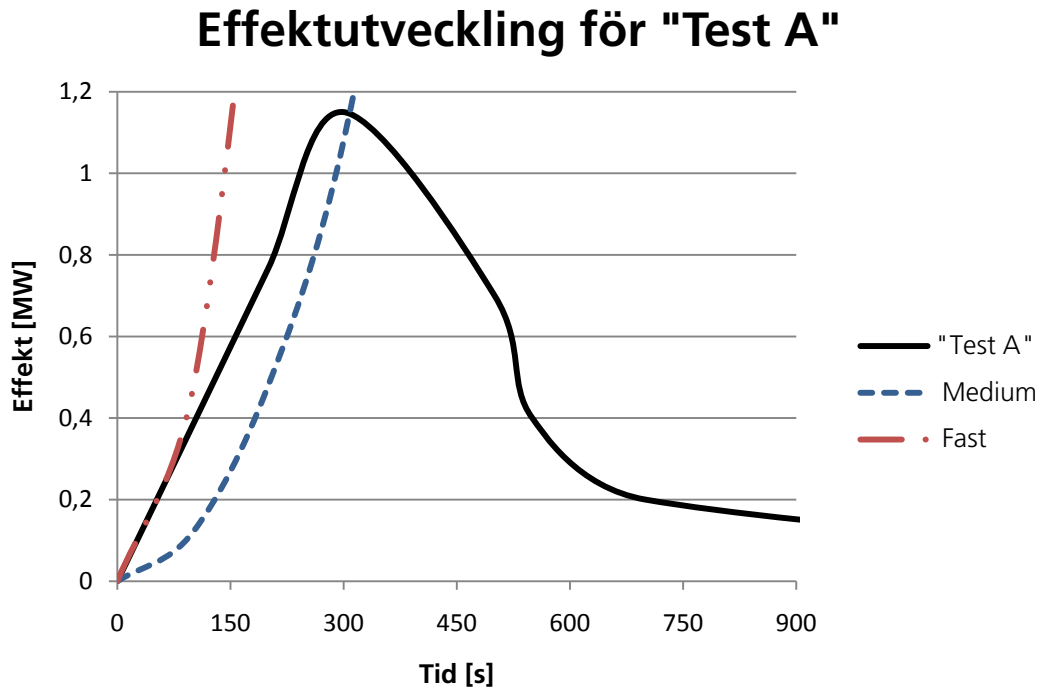
Eftersom H&M är en stor butik, cirka 1050 m² och en takhöjd om 4,2 meter, så delas den in i sju lika stora delar på vardera 150 m² (samtliga med takhöjden 4,2 meter). Detta för att bättre möta de kriterier som ställs upp av en tvåzonsmodell (se Bilaga E).

Nedan följer en principskiss (Figur 9.1) av hur H&M delats in i zoner eller nya "rum". En bit av arkaden har också lagts till.

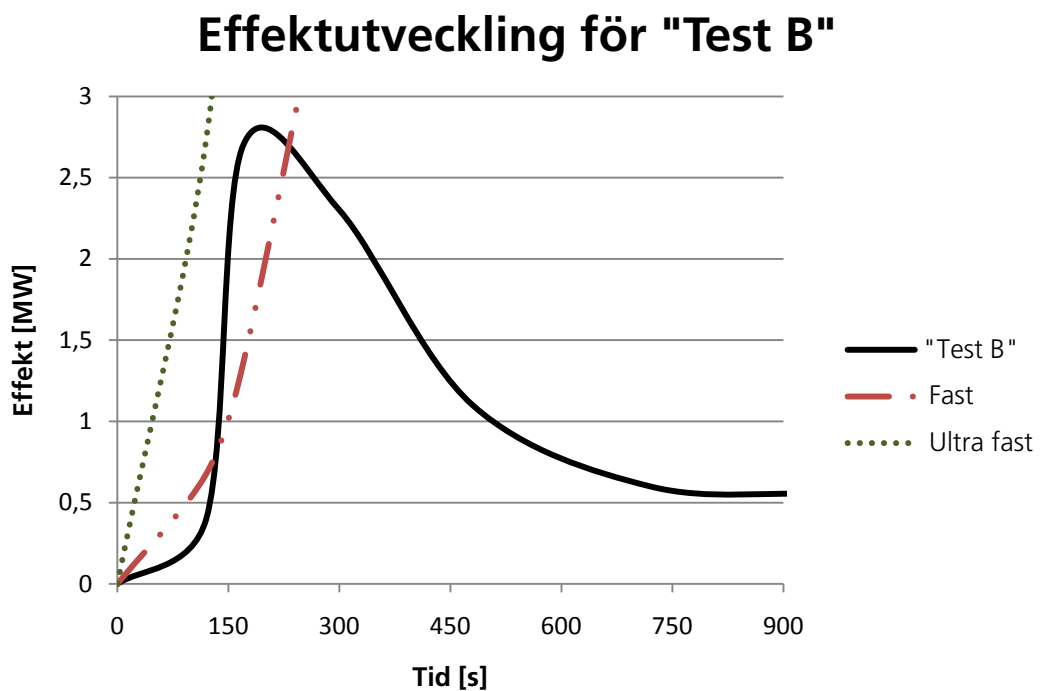


Figur 9.1 Uppdelning av H&M i lika stora zoner, "rum" med två olika brandstartplatser.

Bränderna tillväxer enligt de effektutvecklingskurvor som presenteras av NRC-CNRC (2005 och 2007) och med maximala effektutvecklingar på 1,15 MW och 2,7 MW.



Figur 9.2 Effektutveckling som funktion av tiden för "Test A"



Figur 9.3 Effektutveckling som funktion av tiden för "Test B"

9.1.1 VENTILATIONSKONTROLL

Enligt Bilaga A så kommer de dimensionerade bränderna vara bränslekontrollerade under hela utrymningsförloppet.

9.2 Tid till kritiska förhållanden

Tiden till kritiska förhållanden definieras i kapitel 4 och de aktuella parametrarna fås från simuleringar i Argos (se Bilaga F). Den kortaste tiden till kritiska förhållanden är tre till fyra minuter och det är då sikten som når kritisk nivå. Detta är oberoende av var branden startar och/eller effektutvecklingen av de båda dimensionerande bränderna.

Tvåzonsmodellen är inte fullt ut giltig i någon av simuleringarna. I Test A är effektutvecklingen för låg i förhållande till rummets storlek för att ett tydligt brandgaslager ska kunna bildas. Simuleringen omfattar vidare sju sammanhängande rum trots att Argos maximalt är giltigt för fem rum.

9.2.1 VALIDERING AV ARGOS

Handberäkningar används för att validera resultaten (sikt) i Argos, dessa redovisas i Bilaga D. Beräkningarna bygger på en enzonsmodell av brandrummet och förutsätter perfekt omblandning av brandgaserna.

Valideringen visar på samma tid för dåliga siktförhållanden som simuleringarna.

9.2.2 UPPSKATTAD TID TILL ÖVERTÄNDNING

Enligt Bilaga B så är det inte troligt att övertändning inträffar på H&M.

9.2.3 SPRIDNING AV BRAND

Om branden eventuellt sprider sig till intilliggande klädställ är detta endast intressant om så sker innan tid till kritiska förhållanden uppstår. Enligt Bilaga C kan spridning mellan klädställ ske om avståndet mellan dem är mindre än 1,5 meter och brinner enligt Test B. Vid Test A sker detta efter det att tid till kritiska förhållanden uppstått (3 minuter) och analyseras därför inte vidare, men vid Test B sker spridning efter 2 minuter. Konsekvenserna av brandspridning diskuteras vidare i känslighetsanalysen (avsnitt 10.5).

9.2.4 SAMMANFATTNING – KRITISKA FÖRHÅLLANDEN

- Branden kommer att vara bränslekontrollerad under hela brandförloppet.
- Det föreligger ingen risk för övertändning under utrymningsförloppet.
- Det finns risk att branden sprider sig, men detta påverkar inte tiden till kritiska förhållanden.
- Dålig sikt i butiken uppkommer efter 3-4 minuters brand. Detta är oberoende av var branden startar och/eller effektutvecklingen av de båda dimensionerande bränderna.

9.3 Tid till utrymning

Utrymningstiden består av tre delar, som definierats i kapitel 4. Beräkning av respektive del för utrymning från H&M följer nedan.

9.3.1 TID TILL DETEKTION – VARSEBLIVNINGSTID

Det antas att rökdetektorerna i zonen där branden befinner sig detekterar först. Tiden till aktivering beräknas med datorprogrammet DETACT-QS utifrån en metod i Kompendium i Aktiva System - Detektion (Nilsson & Holmstedt, 2008). RTI sätts till 0,5, då inget känselement behöver värmas upp. Rumstemperaturen sätts till 20°C och det antas att temperaturökningen är 4°C (Nilsson & Holmstedt, 2008) vid aktivering, så att aktiveringstemperaturen är 24°C. Rumshöjden är 4,2 meter och det horisontella avstånd mellan bränsle och detektor sätts till 5 meter, då det antas att rökdetektorerna sitter med ungefär 10 meters mellanrum. Effektutvecklingen som funktion av tiden för Test A och B läggs in efter respektive tabeller.

Tabell 9.1 *Aktiveringstid för rökdetektorer.*

Test	Tid (s)
A	9
B	10

Då skillnaden är marginellt liten används den längsta tiden, 10 sekunder, som aktiveringstid för att underlätta presentation av resultat.

9.3.2 FÖRBEREDELSETID

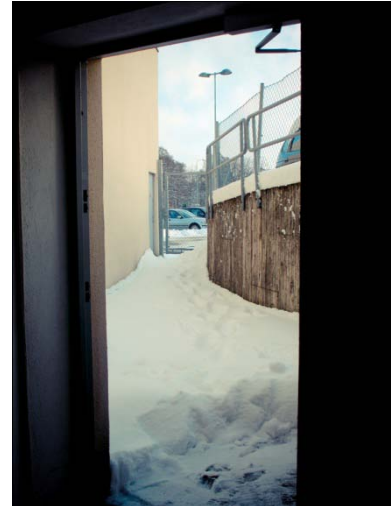
Förberedelsetiden sätts till en minut (Tabell 4.1). Detta är ett antagande som grundas på att branden troligtvis är synlig samt att gallerian har ett informativt, talat meddelande som utrymningslarm.

9.3.3 FÖRFLYTTNINGSTID

Datorprogrammet Simulex har använts för att simulera förflyttningstiden. Indatan till programmet redovisas i Bilaga G. Gånghastighet för varje individ sätts med den givna fördelningen för ”shoppers” (medelhastighet 1,15 m/s). Hänsyn har inte tagits till personer med funktionshinder som eventuellt befinner sig i butiken och deras förmåga att utrymma.

Vid en av bränderna hos H&M förutsätts huvudentrén till butiken, som leder till arkaden, vara spärrad av själva brandhärden samtidigt som utgång 2 och 3 är blockerade (till exempel av snö, se Figur 9.4 och G.2).

Då det är osäkert hur lång tid det tar för kritiska förhållanden att uppstå i de olika zonerna i butiken (på grund av begränsningarna med tvåzonsmodellen) så anges förflyttningstiden som den tid det tar att utrymma hela H&M.



Figur 9.4 Oskottad utrymningsväg (H&M 2)

Tabell 9.2 Tid då samtliga människor lämnat H&M
(avrundad till femsekundersintervall)

Scenario	Personer	Tid [min:sek]
Huvudentré, utgång 2 och utgång 3 blockerad	300	1:40
Huvudentré, utgång 2 och utgång 3 blockerad	150	1:05
Huvudentré, utgång 2 och utgång 3 blockerad	38	0:45
Alla utgångar fria	300	1:20
Alla utgångar fria	150	0:50
Alla utgångar fria	38	0:20

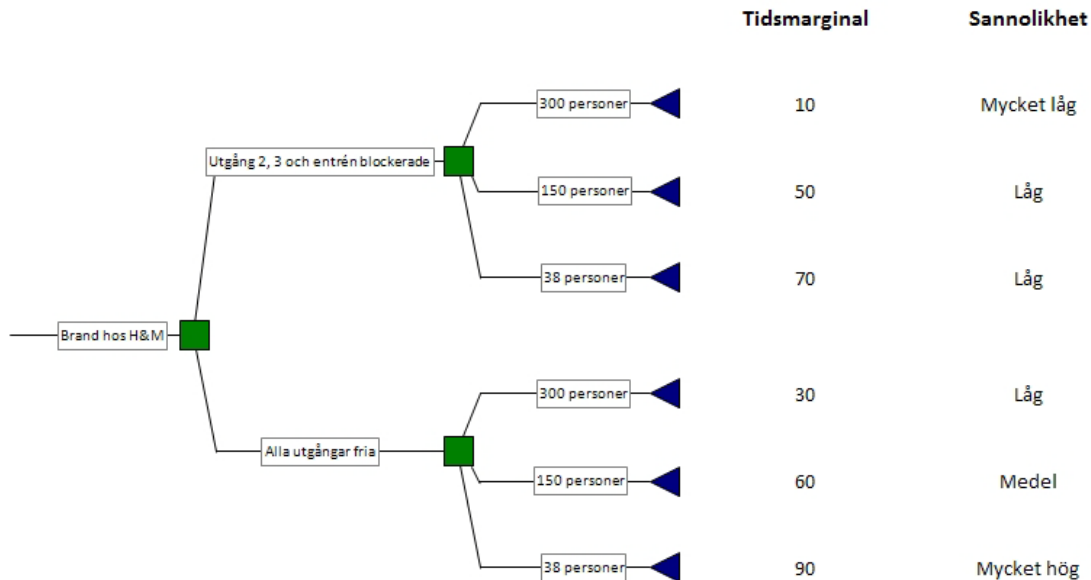
9.3.4 TOTAL UTRYMNINGSTID

Tabell 9.3 Total utrymningstid från H&M
(avrundad till tiosekundersintervall)

Scenario	Personer	Tid [min:sek]
Huvudentré, utgång 2 och utgång 3 blockerad	300	2:50
Huvudentré, utgång 2 och utgång 3 blockerad	150	2:20
Huvudentré, utgång 2 och utgång 3 blockerad	38	2:00
Alla utgångar fria	300	2:30
Alla utgångar fria	150	2:00
Alla utgångar fria	38	1:30

9.4 Resultat

Tiden till kritiska förhållanden sätts till 3 minuter, det mest konservativa värdet, och jämförs med ovanstående utrymningstider. Resultatet presenteras i form av ett händelsetråd där tidsmarginalen angetts i slutet av varje gren. Den inbördes sannolikheten för varje delscenario har skattats ingenjörsmässigt, för att sedan ligga till grund för rimliga åtgärdsförslag.



Figur 9.5 Händelsetråd för brand hos H&M.

9.5 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen tar upp de parametrar i brandscenerierna och utrymningsscenerierna som är av störst vikt då tider till kritiska förhållanden utvärderas, detta för att se vilka delar i förloppen som har störst betydelse för utvärderingen av personskyddet. Nedan följer de parametrar som har granskats mer ingående, de är redovisade i fallande ordning med den mest betydande parametern först.

9.5.1 PERSONANTAL

I avsnitt 4.4 anges att den dimensionerande persontätheten för Gallerian Flanaden är 0,3 personer/m² vilket innebär maximalt 300 personer i H&M:s lokaler. Trots detta stora antal människor är tidsmarginalen positiv i samtliga fall.

9.5.2 BLOCKERING AV UTRYMNINGSVÄG

Tidsmarginalen blir omkring 20 sekunder längre oavsett antalet personer i butiken, det är dock tänkbart att den kan vara längre då det är osäkert vilka utgångar människor vill använda för att utrymma.

Även om alla utgångar finns tillgängliga visar forskning på att människor gärna går ut samma väg som de kom in (Frantzich, 2001). Detta skulle kunna leda till viss köbildning vid entrén till butiken.

Om huvudentrén är blockerad kan det tänkas att besökarna måste ägna tid åt att söka efter en annan utrymningsväg när de upptäcker att deras förstaval inte är tillgängligt, hur lång tid detta tar är osäkert.

9.5.3 FÖRBEREDELSETID

Förberedelsetiden är osäker. Till exempel är det tänkbart att det befinner sig avklädda människor i provhytter som ogärna beger sig ut från butiken utan någon eller några minuters förberedelsetid för att klä på sig och samla ihop sina tillhörigheter.

Förberedelsetiden kan alltså komma att uppta en stor del av utrymningstiden under vissa omständigheter, sannolikheten bedöms dock vara liten.

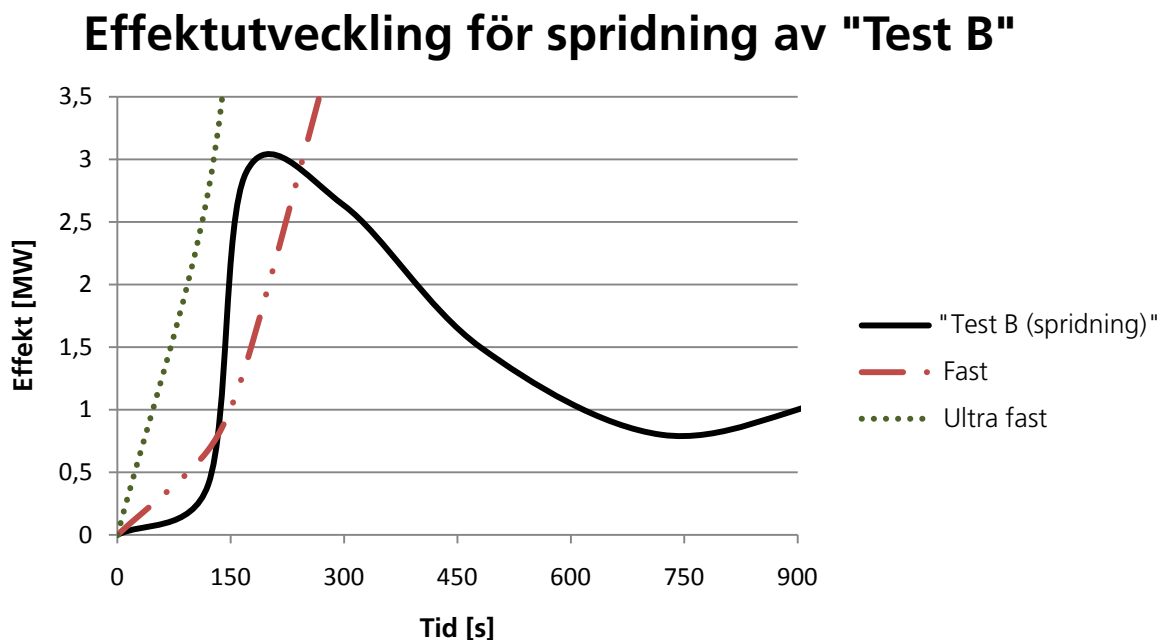
9.5.4 VARSEBLIVNINGSTID

Detektionstiden kan variera relativt mycket beroende på bränslets avstånd till detektorn. Det är också tänkbart att en person i butiken upptäcker branden och gör folk uppmärksamma på att det brinner, vilket kan förkorta varseblivningstiden.

9.5.5 EFFEKTUTVECKLING FÖR BRANDEN

Siktförhållanden, som är den parameter som först når kritiska nivåer, påverkas inte speciellt mycket av effektutvecklingen. Osäkerheten i denna parameter hålls för liten, variationen är en minut.

Vid brand Test B kan spridning förekomma. Om antagandet görs att effektutvecklingen för Test B kan adderas till den redan befintliga effektutvecklingen, efter två minuters brinntid för rådande brand, fås följande effektutveckling:



Figur 9.6 Effektutveckling vid spridning av brand Test B.

Simuleringar i Argos med denna effektutveckling visar att tiden till kritiska förhållanden är samma som då branden inte sprider sig. Det är dålig sikt som är det första kritiska förhållandet som nås och detta sker efter 3-4 minuter.

9.5.6 BRANDENS PLACERING

Brandens placering i olika zoner i lokalen påverkar knappt resultatet (förutom då den blockerar utrymningsvägar) då zonernas geometri är väldigt lika.

Då branden är placerad vid entrén till butiken är det sannolikt att sprinklersystemet aktiveras eftersom det just där finns sprinklerhuvuden. Då aktivering sker är det vidare troligt att utrymning genom huvudentrén är möjlig. Dock är det mycket osäkert när sprinklern aktiveras eftersom RTI är okänt och avståndet mellan branden och sprinklerhuvudet kan variera.

9.6 Sammanfattning av brandscenario

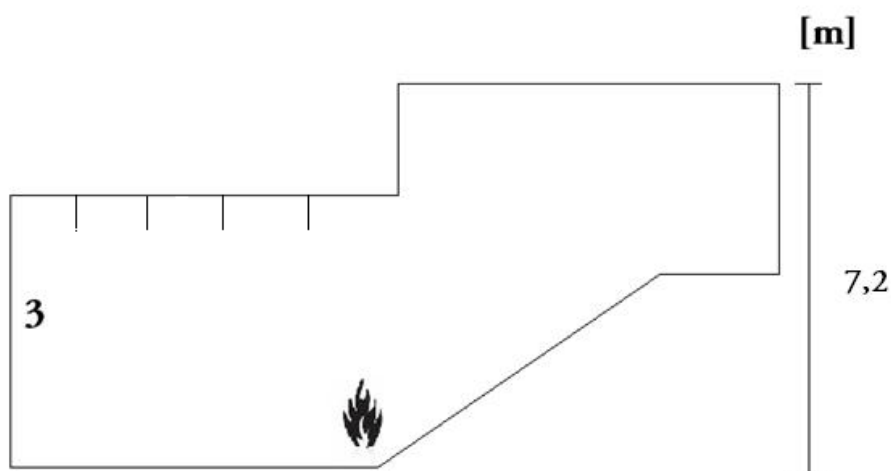
Utifrån känslighetsanalysen framgår det att tidsmarginalen skulle kunna vara negativ vid vissa osannolika situationer. Inga brandtekniska åtgärder anses vara nödvändiga, dock ska vissa, mer allmänna, åtgärder vidtas, se vidare i kapitel 11.

10 BRANDSCENARIO, LINDEX (900)

En brand med start vid rulltrappans nedre del hos Lindex (900 på ritning) på källarplanet kommer att blockera den huvudsakliga utrymningsvägen från butiken. Placeringen av branden har valts för att testa kapaciteten på utrymningsvägarna i den inre delen av lokalen.

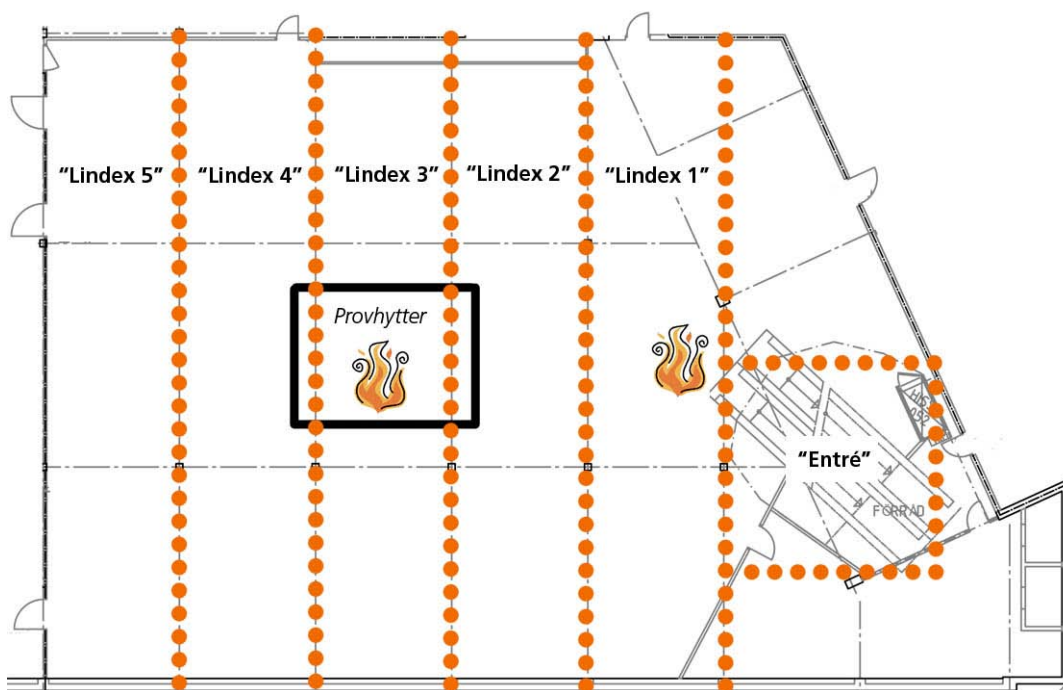
10.1 Scenariobeskrivning

Butiken är belägen på källarplan, har en yta om cirka 650 m² och en takhöjd på 3 meter. I taket finns betongbalkar som delar in taket i olika fack med cirka 5 meters mellanrum. Balkarnas underkant ligger på en höjd av 2,5 meter. Vid rulltrappan, cirka en tredjedel upp i trappan, höjs taket till cirka 7,2 meter upp till entréplan. Takhöjden i den övre delen av rulltrappan ligger på 4,2 meter. Mitt i butikslokalen ligger provhytter och runt om dessa finns ett flertal klädställ av varierande storlek. I lokalen finns en brandgasfläkt (8,2 kg/s) som aktiveras automatiskt vid detektion av brand (Albin, 2001).



Figur 10.1 Schematisk bild över brandutrymmet och takhöjningen vid rulltrappan.

För att bättre möta kriterierna i Argos (se Bilaga E) delas lokalen in i sex olika zoner, ”rum”, enligt Figur 10.2.



Figur 10.2 Uppdelning av Lindex i olika zoner, ”rum”, med två olika brandstartplatser.

Hur ett brandförlopp fortgår beror på en mängd olika parametrar vilket också gör att det föreligger stora osäkerheter vid dimensionering av bränder. För att begränsa problematiken med scenariots konsekvenser och omfattning delas brandförloppet upp i följande fall:

- Fall 1:** Branden upptäcks tidigt och kan släckas manuellt.
Kommer inte att studeras närmare då detta fall inte anses inverka på utvärderingen av utrymningssäkerheten.
- Fall 2:** Branden upptäcks inte så pass tidigt att den kan släckas manuellt och brandgasfläkt felfungerar.
Detta är det fall som i huvudsak analyseras i kommande avsnitt.
- Fall 3:** Branden upptäcks inte så pass tidigt att den kan släckas manuellt men brandgasfläkt aktiverar.
Fläktens funktion och inverkan på brandförloppet kommer inte att tas upp i huvudscenariet men diskuteras i känslighetsanalysen.

Fall 1 kommer inte att studeras närmare då det inte anses inverka på utvärderingen av utrymningssäkerheten. Fall 2 är det som i huvudsak simuleras och analyseras i kommande avsnitt. Gällande fall 3 kommer fläktarnas inverkan att diskuteras i känslighetsanalysen. Det kan förutsättas att sikten blir bättre och således även utrymningsförhållandena.

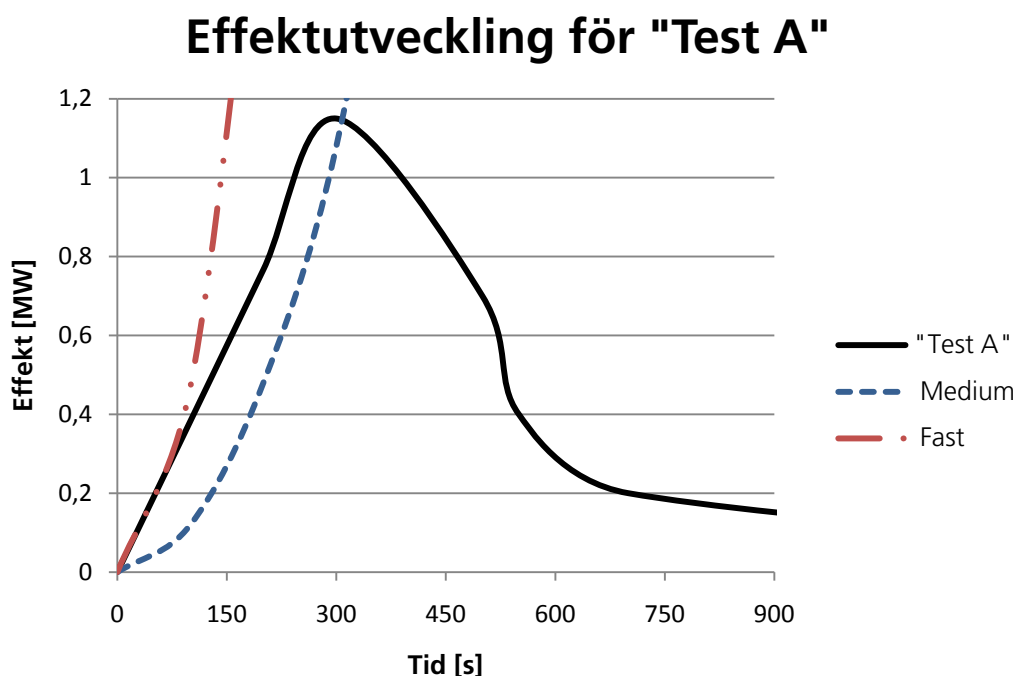
För att ytterligare reducera osäkerheter kommer olika effektutvecklingar samt placering av branden att undersökas (Figur 10.2). Utfall av detta behandlas vidare i känslighetsanalysen.

10.1.1 BRANDEN

Den dimensionerande brand som kommer att studeras är brand i klädställ. Brandorsaken kan mycket väl vara tekniskt fel i till exempel belysningsarmatur eller rulltrappan, också anlagd brand kan vara upphov till ett tillbud.

Möjligheten till ett renodlat brandscenario i rulltrappan har undersökts. Orsaken till en sådan brands antas vara gnistbildning i rulltrappan med en startpunkt i trappans nedre del. Gnistan antänder oljemättat damm som i sin tur antänder en av de nedre rullarna och därefter sprider sig vidare upp via handledarna. Både rullar och handledare består av gummi och polyuretan³. Det material som kan brinna i själva rulltrappan ger emellertid inte särskilt hög effektutveckling och därmed blir tider till kritiska förhållanden så pass långa att scenariot självt inte anses vara relevant ur personsäkerhetssynpunkt. Däremot är det ett tänkbart och relevant startobjekt som snabbt skulle kunna sprida branden vidare till ett närliggande klädställ genom antingen strålning eller flamspridning. Denna typ av scenario skulle dock ge ett långsammare förlopp och längre förbrinntid och därmed har inte själva startobjektet tagits med i analysen utan enbart själva branden i klädstället.

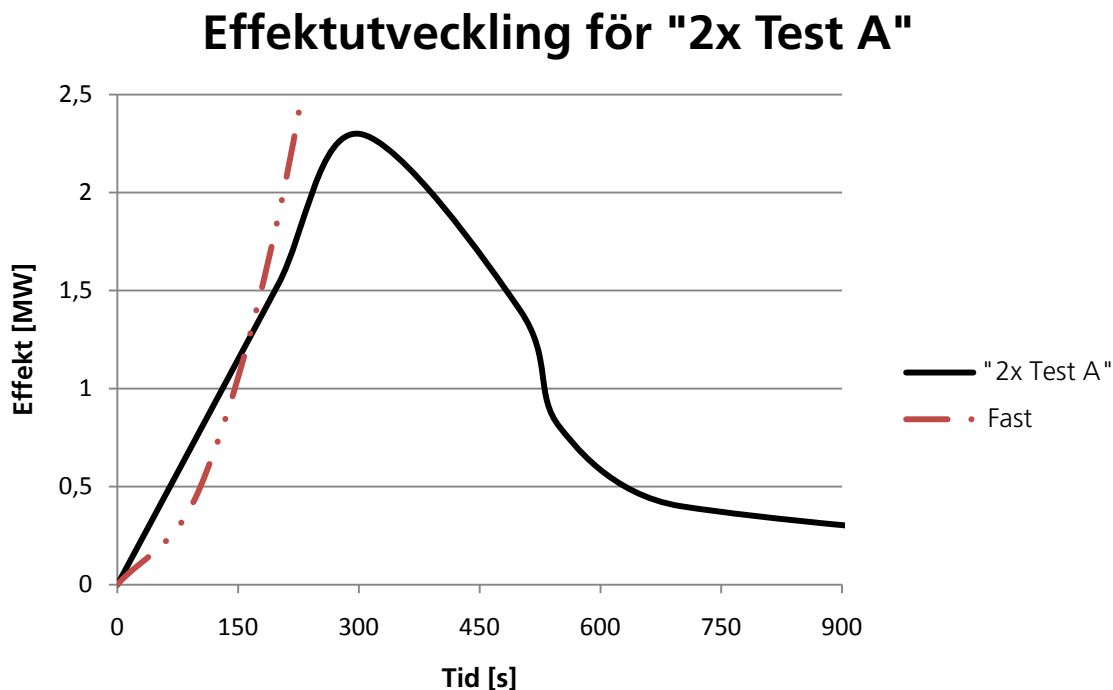
Testet som effektutvecklingskurvan är hämtat från är utfört av National Research Council Canada (NRC-CNRC, 2005) där klädställ har eldats (för mer information om "Test A" se kapitel 8).



Figur 10.3 Effektutvecklingskurva för "Test A" jämfört med α^2 -kurvorna Medium och Fast enligt NRC-CNRC (2005).

³ Jan-Erik Jansson, Installationsansvarig Schindler Hiss AB. E-post den 24 februari 2010.

Som jämförelse kommer även tider till kritiska förhållanden för en 2,3 MW brand (2x "Test A" enligt Figur 10.4) placerad vid rulltrappan samt en 1,15 MW brand ("Test A") placerad i en provhytt mitt i lokalen att beräknas.



Figur 10.4 Effektutvecklingskurva för "2x Test A" jämfört med α^2 -kurvan Fast.

10.1.2 VENTILATIONSKONTROLL

I detta brandscenario kommer branden att bli bränslekontrollerad då tillgången på syre kan anses vara mer än tillräcklig, se Bilaga A.

10.2 Tid till kritiska förhållanden

Tider till kritiska förhållanden har simulerats med datorprogrammet Argos men även verifierats med handberäkningar i den mån det har varit möjligt. Hur programmet fungerar, vilka begränsningar det har samt vilka indata som använts i simuleringarna redovisas i Bilaga E. Definitioner av kritiska förhållanden återfinns i kapitel 4.

I de fall då en brand i klädställ, med maximal effektutveckling på 1,15 MW, placeras i anslutning till rulltrappan uppstår inget kritiskt brandgaslager i någon av de simulerade zonerna. Då maximal effektutveckling dubblas till 2,3 MW bildas ett brandgaslager i både butik och entré. Om branden i klädstället flyttas till ett provrum i mitten av lokalen kommer ett kritiskt brandgaslager att uppstå i samtliga delar av butiken utom i entrén.

BRANDSCENARIO, LINDEX (900)

Endast i en av simuleringarna når strålningen upp till kritiska nivåer och det är i direkt anslutning till den zon där brandkällan befinner sig.

I detta scenario kommer kravet vara att siktförhållanden ej får understiga 10 meter på grund av lokalens storlek, placering i byggnaden samt att de personer som kan tänkas befinna sig i lokalen inte anses ha god lokalkännedom.

När simuleringar görs i Argos är det siktförhållandena som, i alla fall först, uppnår kritiska förhållanden. Kriteriet för kritiska förhållanden uppnås i samtliga simulerade fall.

Temperaturen uppgår endast till kritisk nivå i ett av de simulerade fallen vilket är då en 2,3 MW brand placeras i anslutning till rulltrappan. Rummet där temperaturen är kritisk är Lindex 1, alltså i själva brandrummet.

Inga toxiska nivåer uppmäts i Argos vilket förutsätts vara fallet även i butiken. Detta baseras på resultaten i Test A från NRC-CNRC (se kapitel 8).

Nedan sammanfattas tiderna till kritiska förhållanden för de simulerade fallen i Tabell 10.1.

Tabell 10.1 *Sammanfattning av tider till kritiska förhållanden för de simulerade scenarierna (avrundad till halva minuter)*

Scenario	Rum	Tid [min:sek]	Kritiskt förhållande
1,15 MW vid rulltrappan	Entré	2:00	Sikt
1,15 MW vid rulltrappan	Butik	4:00	Sikt
1,15 MW mitt i butiken	Entré	4:00	Sikt
1,15 MW mitt i butiken	Butik	3:30	Sikt
2,3 MW vid rulltrappan	Entré	1:00	Sikt
2,3 MW vid rulltrappan	Butik	2:30	Sikt

Tiderna i Tabell 10.1 är de kortaste som uppnåtts för varje scenario och är de tider som jämförs med utrymningstider. Den simulerade geometrin delas upp i två delar där kritiska förhållandet anses ha uppnåtts i hela butiken samtidigt även om så inte var fallet. För kritiska tider i butikslokalen används den kortaste tiden som uppnåtts i en av zonerna för hela butiken. Samtliga simulerade tider redovisas i Bilaga F.

10.2.1 VALIDERING AV ARGOS

Handberäkningar används för att validera resultaten (sikt) i Argos, dessa redovisas i Bilaga D. Beräkningarna bygger på en enzonsmodell av brandrummet och förutsätter perfekt omblandning av brandgaserna.

Valideringen visar att dåliga siktförhållanden uppstår efter cirka 3 minuter (beräknat på 1,15 MW brand) vilket stämmer väl överens med simuleringarna.

10.2.2 UPPSKATTAD TID TILL ÖVERTÄNDNING

Tiden det tar till övertändning blir så lång, på grund av rummets geometri, att detta inte anses inverka på utrymningsförloppet (se Bilaga B)

10.2.3 SAMMANFATTNING – KRITISKA FÖRHÅLLANDEN

- Branden kommer vara bränslekontrollerad under hela förloppet
- Ingen övertändning kommer ske innan tid till kritiska förhållanden uppnås
- Tiden det tar för kritiska förhållanden att uppstå är 3,5 – 4 minuter

10.3 Tid till utrymning

Utrymningstiden består av tre delar, som definierats i kapitel 4. Beräkning av respektive del för utrymning från Lindex följer nedan.

10.3.1 TID TILL DETEKTION – VARSEBLIVNINGSTID

Tiden det tar att utrymma innefattar tiden det tar att detektera branden från det att den startar. Detektorerna som används i gallerian är rökdetektorer vilka är placerade med ett avstånd om cirka 10 meter från varandra. Tid till detektion beräknas med programmet Detact-QS vilket främst är anpassat för värmedetektorer men som kan anpassas även till rökdetektorer (Nilsson & Holmstedt, 2008). RTI sätts till 0,5, då inget känselement behöver värmas upp. Rumstemperaturen sätts till 20°C och det antas att temperaturökningen är 4°C (Nilsson & Holmstedt, 2008) vid aktivering, så att aktiveringstemperaturen är 24°C. Placeringen av detektorerna i sidled i förhållande till branden har betydelse för hur snabbt detektion sker. Beräkningar har därför gjorts för de båda extremfallen 0 och 5 meter. Takhöjden är satt till 3 meter.

Vid beräkning med det längsta avståndet fås en detektionstid på 6 sekunder och vid beräkning med det kortaste bara några få sekunder. Detektion har beräknats på 1,15 MW brand från Test A men kan antas ske snabbare vid en brand med högre effektutveckling och snabbare tillväxt.

10.3.2 FÖRBEREDELSETID

Då butiken har ett informativt talat meddelande kopplat till utrymningslarmet sätts denna tid för huvudscenariot till 1 minut i enlighet med Tabell 4.1.

10.3.3 FÖRFLYTTNINGSTID

Förflyttningstiden simuleras med datorprogrammet Simulex. Indatan till programmet redovisas i Bilaga G. Gånghastighet för varje individ anges med den givna fördelningen för ”shoppers” (medelhastighet 1,15 m/s). Denna kan variera mycket beroende på ålder och fysiska förutsättningar hos individen. Hänsyn har inte tagits till personer med funktionshinder som eventuellt befinner sig i butiken och deras förmåga att utrymma.

Hur ett utrymningsförlopp går till och vilka parametrar man måste ta hänsyn till presenteras i kapitel 4. Nedan presenteras resultatet av de olika utrymningsscenarier som simulerats i tabellform. Scenarierna skiljer sig åt med antal blockerade utgångar samt personantal i butiken. De parametrar som anses vara viktiga när det gäller skillnader i tider diskuteras mer ingående i känslighetsanalysen, avsnitt 11.6.

Personantalet som har valts är baserat på observationer som gjordes under objektsbesöket. Det lägsta värdet är ett troligt, normalt antal besökare som kan tänkas befinna sig i butiken en vanlig dag. Mittenvärdet är det maximala antalet besökare som får vistas i butiken och det högsta värdet har valts för att kontrollera om utrymningsvägarna klarar mer än det antal personer som får vistas i butiken. 180 personer är valt med dimensionerande persontäthet 0,3 personer/m² enligt avsnitt 4.4. Butikens yta är 600 m² då ytor som täcks av rulltrappa, hiss och pelare inte tas med i beräkningarna (nettoyta).

Tabell 10.2 *Förflyttningstid från Lindex, självvald utgång*
(min:sek, avrundad till tiiosekundersintervall)

Scenario / Antal Personer	30	150	180
Rulltrappa blockerad	0:40	1:40	2:00
Alla utgångar fria	0:40	1:10	1:20

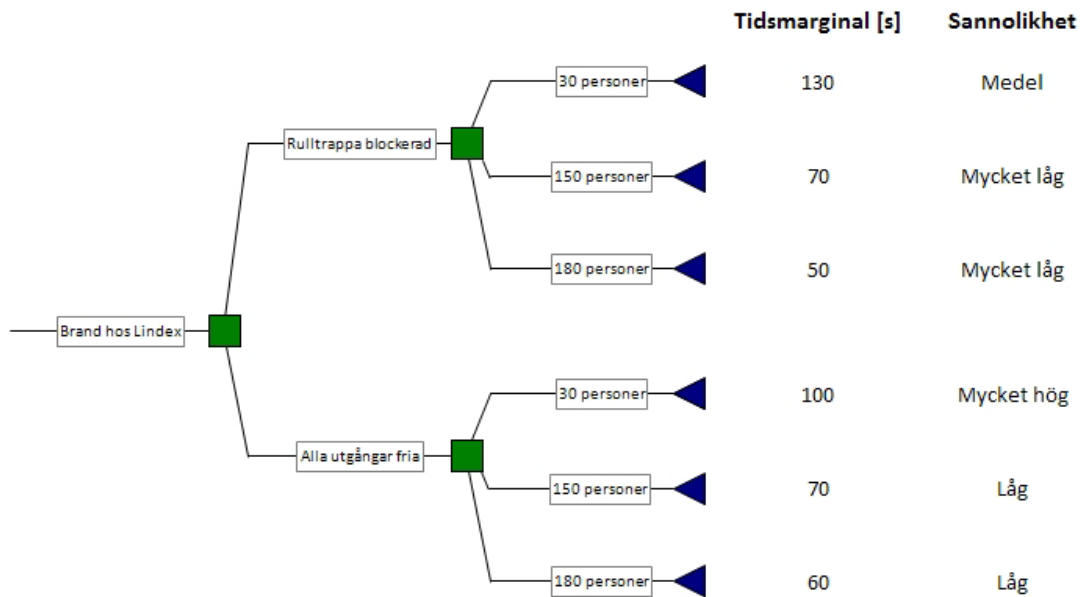
I tabellen ovan redovisas den längsta tiden det tar för personer att utrymma till en säker plats – angränsande brandceller i bakre delen av lokalen samt utanför huvudentrén vid rulltrappan.

10.4 Resultat

Genom att jämföra de simulerade tiderna till utrymning från Simulex med de tider till kritiska förhållanden som fåtts fram med Argos fås tidsmarginalen som visar huruvida personsäkerheten är tillräcklig eller inte. När branden placeras mitt i lokalen kommer alla utrymningsvägar att vara tillgängliga och utrymningstiden kommer att understiga tiden till kritiska förhållanden i alla fall utom ett. Tiderna till kritiska förhållanden är framförallt uppnådda i butiksdelen närmast rulltrappan vilket gör att förhållandena längst in i lokalen, vilket är den del utrymningen sker ifrån, kommer att vara något bättre.

I tidsmarginalerna är även en detektionstid på 6 sekunder medräknad (avrundat till 10 sekunder) vilket är den längsta detektionstiden som beräknats med DETACT-QS. Vid branden med högre effektutveckling kommer tidsmarginalerna att minska med ytterligare 90 sekunder.

Resultatet presenteras i form av ett händelsetråd (Figur 10.5) där tidsmarginalen angetts i slutet av varje gren. Den inbördes sannolikheten för varje delscenario har skattats ingenjörsmässigt, för att sedan ligga till grund för rimliga åtgärdsförslag.



Figur 10.5 Händelsetråd för brand hos Lindex.

Baserat på den analys som genomförts kan tillfredsställande utrymning alltså ske med åtminstone en minuts marginal från Lindex.

10.5 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen tar upp de parametrar i brandscenarierna och utrymningsscenarierna som är av störst vikt då tider till kritiska förhållanden utvärderas, detta för att se vilka delar i förloppen som har störst betydelse för utvärderingen av personskyddet. Nedan följer de parametrar som har granskats mer ingående, de är redovisade i fallande ordning med den mest betydande parametern först.

10.5.1 BRANDEN

Nedan presenteras de känsligaste parametrarna för branden med början på den mest betydande.

10.5.1.1 EFFEKTUTVECKLING

Två olika effekter har simulerats: 1,15 MW och 2,3 MW (där den större branden helt enkelt är en dubbling av "Test A" enligt Figur 10.4). Båda bränderna har varit placerade i samma del av lokalen men gett olika resultat. I brandscenariot med lägre effektutveckling kommer endast kritiska nivåer för sikt att uppnås då effekten är för låg och temperaturskillnaderna för små för att ett tydligt brandgaslager ska kunna bildas. Vid en 2,3 MW brand kommer även brandgaslaget vara en av de kritiska parametrarna. För båda effekterna är det dock siktnivån som är det kritiska förhållande som uppnås först och en 2,3 MW brand minskar tiden till kritiska nivåer med 1 minut.

10.5.1.2 PLACERING

Som en del i känslighetsanalysen flyttades 1,15 MW branden till omklädningsrummet i mitten av butiken. Skillnaden mot att placera branden invid rulltrappan var att det nu bildades ett brandgaslager i hela butiken. Då branden placeras i anslutning till rulltrappan och entrén kommer mer gaser att försvinna ut till arkaden. (Hur brandgaserna ansamlas där har ej studerats då tiden till kritiska förhållanden är längre än tillgänglig utrymningstid). När branden placeras mitt i butikslokalen kommer brandgaser fastna i fackverken innan de sprids och det tar längre tid innan de når entrén och kan ventileras ut. Första tiden till kritiska förhållanden är vid 3,5 minuter vilket ger kortare tid till utrymning än om branden varit placerad vid rulltrappan där tiden för kritiska förhållanden uppgår till 4 minuter. Vid placering av branden mitt i lokalen kommer dock alla utrymningsvägar att vara lika tillgängliga.

10.5.1.3 TID TILL DETEKTION

Tiden det tar att detektera branden beror på hur snabbt brandgaserna transporteras upp till taket och var detektorerna sitter i förhållande till branden. Vid beräkningar med DETACT-QS fås skillnader på bara några få sekunder beroende på detektorns placering i förhållande till branden.

Vad som dock skulle kunna inverka på detektionstiden är förbrinntiden, vilken inte har tagits hänsyn till i simuleringarna. Detektion under förbrinntiden skulle kunna leda till att branden upptäcks i ett tidigare skede och kan förhindras i enlighet med fall 1.

10.5.1.4 BRANDGASVENTILERING

På källarplanet finns brandgasventilering som inte har beaktats då främst ett värsta tänkbart scenario valts ut för utvärdering av säkerheten i butiken Lindex på källarplan. Enligt uppgifter om brandgasfläkten från fastighetsansvarig Ulla Johansson har fläkten, vilken är monterad på till- och frånluftsystemet ovanför ventillationsutrymmet, en kapacitet på 29600 m³/h. Med den kapaciteten och en antagen densitet, 1 kg/m³, på brandgaserna fås ett utflöde om cirka 8,2 kg/s. Den 1,15 MW brand som använts i dimensioneringarna uppnår som högst ett massflöde på cirka 6 kg/s. Brandgasfläktens inverkan på brandscenariot har simulerats i Argos men resultatet blir inte tillräckligt tillförlitligt på grund av rumsgeometrin.

Fläkten kommer dock inte klara av att helt ventileras ut brandgasflödet från den större branden som simulerats, men tiden till kritiska förhållanden kommer att förlängas och på

så sätt ge bättre tidsmarginaler för utrymning. Utsuget från brandgasfläkten är jämnt fördelat över hela butiken och kommer troligtvis att ge upphov till en viss omblandning av brandgaserna. Det kan dock förutsättas bli bättre förhållanden både gällande sikt och gällande brandgaslagrets höjd om fläkten fungerar, vilket får förutsättas.

10.5.2 UTRYMNING

Nedan presenteras de känsligaste parametrarna för utrymningsförloppet med början på den mest betydande.

10.5.2.1 FÖRBEREDELSETID

Skillnader i utrymningstiden kan bero på förberedelsetiden som normalt varierar mellan 1 och 2 minuter beroende på utrymningslarmets karaktär (se kapitel 4). I huvudscenariot har 1 minut använts då det meddelande som används vid utrymning av gallerian är informativt. Detta är dock en viktig parameter att beakta då de totala utrymningstiderna skulle kunna förlängas med upp till en minut och således ge betydligt sämre tidsmarginaler.

10.5.2.2 PERSONANTAL

Störst inverkan på utrymningsförloppet gav variationen i antal butiksbesökare då trycket på de olika utrymningsvägarna blev större vid ett större antal personer. 30, 150 och 180 besökare användes i simuleringarna för att visa på hur det går att utrymma ett mindre antal, det maximala antalet som butiken är dimensionerad för samt om fler personer än vad lokalen i dagsläget är dimensionerad för befinner sig där. 180 personer är valt med dimensionerande persontäthet 0,3 personer/m² enligt avsnitt 4.4.

10.5.2.3 BLOCKERAD UTRYMNINGSVÄG

Om tiderna för utrymning blir tillräckliga eller inte beror även på om en eller flera utrymningsvägar blockeras. Inverkan blir dock inte särskilt stor jämfört med inverkan från antalet personer i lokalen vilken är den variabel som orsakar störst köbildning.

10.6 Sammanfattning av brandscenario

Tillgänglig utrymningstid har i samtliga analyserade fall varit god med en marginal på åtminstone en minut innan det finns risk för personfara vid en brand hos Lindex. Detta även om branden skulle vara av större karaktär eller om förberedelserna inför utrymningen skulle ta längre tid.

Marginalerna blir mindre vid större personantal men sådana scenarier anses också vara mindre sannolika

Vidare har inverkan av den automatiska brandgasfläkten inte beaktats ingående, men denna kommer med säkerhet att bidra till bättre förhållanden i butikslokalen.

11 FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER

I detta avsnitt presenteras åtgärdsförslag baserat på de analyserade brandscenerierna, dessa syftar till att antingen minska tiden det tar för utrymning eller att förlänga tiden till kritiska förhållanden. Förslagen delas upp i åtgärder som skall respektive bör utföras.

11.1 Åtgärder som skall utföras

Följande åtgärder är sådana som måste utföras av fastighetsägaren eller nyttjanderätts-havarna för att personsäkerheten vid händelse av brand ska anses vara fullgod.

11.1.1 SYSTEMATISKT BRANDSKYDDSRARBETE

Systematiskt brandskyddsarbete (SBA) ska upprättas för samtliga verksamheter. Detta är en rekommendation för att uppfylla 2 kap. 2 § i Lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778). Utifrån den enkätundersökning (Bilaga I) som genomfördes vid platsbesöket framgick det att inte alla butiker visste vad SBA innebar och att rutinerna för utbildning i brandskydd var varierande. Utbildning i hantering av brandsläckare kan lätt göra att ett brandförlopp stoppas i ett tidigt skede vid upptäckt av brand. Även utbildning i hur personal skall agera vid ett utrymningsförlopp och hur butiksbesökare dirigeras ut leder till en snabbare utrymning. Att systematiskt och regelbundet jobba med brandskyddet ger en större riskmedvetenhet vilket i sin tur leder till att enkla men värdefulla åtgärder, så som att hålla utrymningsvägarna fria, blir en del av den dagliga rutinen. Avsnitt 3.7 ger tips om hur SBA bör bedrivas för att fungera och vara verkningsfullt.

11.1.1.1 UTRYMNINGSVÄGAR

Alla utrymningsvägar och nödutgångar ska hållas fria. Vid objektsbesöket observerades att vissa utrymningsvägar inte var fullt tillgängliga. Detta berodde bland annat men inte enbart på otillräcklig snöröjning.

Speciellt uppmärksammades den alternativa utrymningsvägen från Gallerix (Figur 11.1). Utrymningsvägen är i dagsläget svåränvänd då den leder ut genom en inhägnad uteservering. Inhägnaden försvårar även snöröjningen samtidigt som den inbjuder till möblering av stolar och bord precis intill dörröppningen.

Förslagsvis kan inhägnaden begränsas så att den inte hindrar människor från att utrymma samtidigt som utrymningsvägen markeras med informativa skyltar om att vägen ska hållas fri från stolar och annat möblemang.



Figur 11.1 *Begränsad utrymningsväg från Gallerix*

11.1.2 MARKERINGAR

Tydliga markeringar till utrymningsvägar ska finnas i samtliga lokaler. Vägledande markeringar i såväl golv som när det gäller skyltning till utrymningsvägar var i vissa fall bristfälliga eller dåligt placerade och bör ses över för att uppfylla kraven enligt BBR 5:351 (Boverket 2008a).

Speciellt ska skyltningen till b.youngs alternativa utrymningsväg åtgärdas. Vid platsbesöket observerades att denna skyddades av klädhängare.

11.2 Åtgärder som bör utföras

Följande åtgärder är sådana som bör utföras av fastighetsägaren eller nyttjanderättshavarna för att förbättra personsäkerheten vid händelse av brand.

11.2.1 TIMERS PÅ ALL ELEKTRISK UTRUSTNING

Timers på all elektrisk utrustning bör användas som ett led i SBA. Att installera timers på elektrisk utrustning, så som kaffekokare, kokplattor, mikrovågsugnar, strykjärn med mera, vilka används sporadiskt av ett flertal personer är en billig försäkring för att undvika olyckshändelser som resulterar i brandtillbud.

FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER

Ett ”större” exempel är limningsmaskinen på kontoret hos Gallerix vilken anses vara en potentiell brandfara som skulle kunna mildras med en timer eller säkerhetsbrytare.

11.2.2 VÄGLEDANDE MARKERINGAR

Vägledande markeringar i golvet bör placeras i butiken på källarplanet för att underlätta utrymning via de bakre utrymningsvägarna längst in i butiken. Likaså bör de befintliga markeringarna på H&M:s lager bytas ut då dessa var kraftigt slitna.

11.2.3 KONTROLL AV BRANDTEKNISKA INSTALLATIONER

Regelbundna kontroller bör göras av brandgasfläkten och brandspjällen för att säkerställa deras funktion. Detta enligt krav och råd i BBR 2008 avsnitt 5:92.

Det råder en viss osäkerhet om huruvida kontroll av brandgasventilationen från Lindex görs regelbundet. Denna spelar en viktig roll i dimensioneringen av säker utrymning från källarplanet.

En genomgång av samtliga brandspjäll för att säkerställa deras funktion och hur väl de fungerar bör göras då otäta brandspjäll kan medföra en viss, låg, risk för personsäkerheten. Enligt kapitel 6 skulle brandgasspridning kunna ske till utrymningsväg såväl som butikslokal, detta kan förebyggas med väl fungerande brandspjäll. Enligt allmänna råd i BBR 2008 avsnitt 5:653 bör all spridning av brandgaser till utrymningsvägar förhindras.

11.2.4 NY BRANDSKYDDSDOKUMENTATION

Enligt avsnitt 3.1 bör en ny brandskyddsdokumentation upprättas då den nuvarande (Albin, 2001) bygger på ett underlag (brandteknisk utvärdering från 1995) som inte längre finns tillgängligt. Detta anses vara allvarligt då bland annat kritiska avsteg i dokumentationen gällande brandbelastning och utrymningssäkerhet baseras på denna utvärdering.

12 DISKUSSION OCH SLUTSATS

I dimensioneringen av brandscenarior finns ett flertal osäkerheter och felkällor vilka har stor betydelse för vilka slutsatser som kan dras av analysen. Dessa osäkerheter och felkällor samt vilka slutsatser som kan dras presenteras i detta kapitel.

12.1 Diskussion

Flera av de osäkerheter som finns i de olika brandscenarier som har dimensionerats behandlas i respektive kapitel under känslighetsanalysen. Dock finns det vissa parametrar vilkas känslighet bör diskuteras mer ingående. Även osäkerheter och felkällor i beräkningsmodeller och datorprogram diskuteras.

De dimensionerade bränder som använts för att få fram tider till kritiska förhållanden innehåller en rad parametrar med stora osäkerheter. Hur brandförloppen fortgår – om de dör ut, sprids eller leder till övertändning – har kontrollerats separat med handberäkningar för alla dimensionerande bränder och dessa styrker de antaganden som gjorts om fortsatta förlopp. I de dimensionerande bränderna har en eventuell förbrinntid inte tagits med i beräkningarna då ett förlopp utan förbrinntid ger konservativa värden på tiderna till kritiska förhållanden. Vidare har materialet, i de flesta fallen, varit kläder vilka kan anses fatta eld direkt vid antändning och således inte ha någon vidare förbrinntid. Om en förbrinntid hade tagits med i beräkningarna hade förloppet utvecklats något långsammare och tiderna till kritiska förhållanden blivit betydligt längre.

En grundläggande svårighet har varit att välja omfattning och storlek på de dimensionerade bränderna, de bränder som har använts har varit relativt små och inte uppgått till mer än maximalt 2,3 MW. Att använda sig av större bränder hade givetvis gett en sämre bild av brandskyddet i Gallerian. Det är dock mer troligt att en riktig brand i en butik liknar en av de i denna rapport simulerade bränderna i ett tidigt skede för att senare tillväxa och sprida sig i butiken och gallerian. Beroende på lokalens storlek så tar utrymningsförloppet maximalt cirka 4 minuter vilket är så pass kort tid att brandspridning inte är en parameter som spelar särskilt stor roll i det tidiga brandförloppet.

Försöken från NRC-CNRC som Test A och Test B baseras på utfördes i utrymmen som var väsentligt mycket mindre än de volymer som är aktuella i gallerian. Detta kan påverka effektutvecklingen genom att återstrålningen från det varma brandgaslagret blir lägre i butikerna jämfört med försöken från NRC-CNRC. Även tillväxthastigheten skulle i och med detta kunna vara något lägre än den som används i Test A och B så länge bränderna är bränslekontrollerade. Exakt hur stor förändringen blir när försöksbränderna ”flyttas över” till gallerian är oklart, dock kan resultaten anses vara konservativa.

Valet av brandscenarier hos b.young och Gallerix baserades till stor del på att bränderna eller röken från dessa skulle kunna komma att blockera en av huvudentréerna. Anlysen av scenarierna har dock visat att tiden det tar att uppnå kritiska förhållanden i arkaden blir längre än vad det tar att utrymma hela gallerian. Dessa butiker är till formen väldigt lika och det är möjligt att ett scenario i butiken Hälsokraft hade varit ett bättre val i avseende att studera försämrade förhållanden i arkaden då takhöjden i denna butik är betydligt lägre än hos b.young och Gallerix. Det är dock viktigt att poängtera att ett omfattande brandscenario hos Hälsokraft i dess nuvarande form anses vara mycket osannolikt.

I alla brandscenarier har simuleringsprogrammet Argos använts för att ta fram tider till kritiska förhållanden. Anledningen till att just detta program använts är att författarna av denna rapport känner det väl i såväl begränsningar som inparametrar. För validering av programmets utdata hade det varit önskvärt att använda någon typ av CFD-modell eller möjligtvis en annan programvara med tvåzonsmodell, men då författarna inte är förtrodda med annat än Argos har så inte varit möjligt. Diverse handberäkningar har dock gjorts vilka alla styrker att resultaten från Argos är i rätt storleksordning. Avsteg från Argos giltighetsområde har fått göras vid simulering av brandscenarierna hos H&M och Lindex där butikerna har stora geometrier, men även här styrker handberäkningar att modellen trots allt ger rimliga tider.

Lika osäker som en brands beteende är människors beteende och således tiden det tar att genomföra en utrymning. För att underlätta och minska tiden det tar att utrymma en byggnad är det viktigt att ha tillgängliga utrymningsvägar tydligt markerade samt att på ett informativt sätt påkalla uppmärksamhet vid händelse av en brand. Dessa saker ger främst en skillnad i förberedelsetid vilket är den parametern som utgör störst del av den totala tiden i ett utrymningsförlopp. Människor har också vanan att vilja utrymma genom den dörr där de kom in i lokalen. Detta är inget som har beaktats i simuleringarna men det är tänkbart att det skulle kunna generera längre tider till följd av köbildning vid vissa utgångar. I simuleringarna anges gånghastigheten med den givna fördelningen för ”shoppers” enligt Bilaga G. Ingen särskild hänsyn har tagits till personer med funktionshinder som eventuellt befinner sig i butiken och deras förmåga att utrymma.

Trots dessa osäkerheter och variationer på ingående parametrar har rimliga åtgärdsförslag kunnat tas fram vilka ska ge bättre tidsmarginaler i jämförelserna mellan tiderna till utrymning och tiderna till kritiska förhållanden. Slutsatserna av analysen och åtgärdsförslagen följer nedan.

12.2 Slutsatser

Slutsatsen som kan dras av utvärderingen är att det brandskydd som i dagsläget finns i Galleria Flanaden, Värnamo, är tillfredställande med avseende på personsäkerheten.

För de brister som uppmärksammats i brandskyddet på gallerian är föreslagna åtgärder både av teknisk och av organisationsmässig karaktär.

Ett av huvudförslagen syftar till att öka personalens risk- och konsekvenstänkande genom systematiskt brandskyddsarbete. En tydligare struktur och organisation på det systematiska brandskyddsarbetet leder till att även andra av de föreslagna åtgärderna uppfylls så som att utrymningsvägar ej får blockeras, att timer används på all elektrisk utrustning samt att avsaknad av tydliga markeringar uppmärksammas. Dessa är enkla åtgärder som inte behöver kräva särskilt stora omkostnader om det implementeras i såväl de enskilda verksamheterna som i byggnaden som helhet.

Att utbilda personal i hur de ska agera i utrymningsituationer leder bland annat till en kortare förberedelsetid. Förberedelsetiden är en viktig parameter att förändra för att utrymningen ska ske innan tid till kritiska förhållanden uppnås.

Om föreslagna åtgärder förverkligas och ett kontinuerligt, väl underhållet systematiskt brandskyddsarbete bedrivs kan brandskyddet gällande personsäkerhet i gallerian anses vara helt uppfyllt. Om syftet med rapporten hade varit att även utvärdera egendomsskyddet i fastigheten hade slutsatserna och de föreslagna åtgärderna troligtvis sett annorlunda ut.

Riskerna med brandgasspridning via ventilationssystemet bedöms vara låga men ändå närvarande då sannolikheten för att så ska ske är tämligen stor. Till följd av detta föreslås att samtliga brandspjäll bör ses över manuellt för att kontrollera deras funktion och täthet. Finner fastighetsägaren det möjligt att bekräfta fullgod funktion på befintliga spjäll, alternativt uppgradera till nyare modell, på åtminstone de identifierade platserna i kapitel 6 anses både konsekvenserna av, och sannolikheten för, rökskador minska kraftigt.

REFERENSER

Litteratur

Drysdale, D. (1998) *An Introduction to Fire Dynamics* (2nd edition). Chichester: John Wiley & Sons LTD.

Frantzich, H. & Bengtson, S. (2005) Utrymning vid brand (BBR 5:3). I Jönsson, R., Bengtson, S. & Frantzich, H. (red.) *Brandskyddshandboken: en handbok för projektering av brandskydd i byggnader*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering. Rapport 3134. ISSN: 1402-3504.

Försvarets Forskningsanstalt (FOA) (1998) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor: metoder för bedömning av risker*. Umeå: Försvarets Forskningsanstalt. ISSN: 1104-9154.

Jönsson, R., Bengtson, S. & Frantzich, H. (red.) (2005) *Brandskyddshandboken: en handbok för projektering av brandskydd i byggnader*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering. Rapport 3134. ISSN: 1402-3504.

Karlsson, B. & Quintiere, J.G. (2000) *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton (FL): CRC Press LLC.

Society of Fire Protection Engineers (SFPE) (2002) *SFPE Handbook of fire protection engineering, third edition*. Quincy (MA): National Fire Protection Association.

Rapporter

Erdsjö, T. & Lindberg, C. (2008) *Persontäthet vid utrymningsberäkning – Köpcentrums personätheter*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering. Rapport 5258. ISSN: 1402-3504.

Frantzich, H. (2001) *Tid för utrymning vid brand*. Karlstad: Statens Räddningsverk. SRV rapport P21-365/01.

Jakobsson, A-S. & Karlsson, V. (2009) *Utrymning via Rulltrappor*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering. Rapport 5299. ISSN: 1402-3504.

National Research Council Canada (NRC-CNRC) (2005) *Design fires for commercial premises – Results of Phase 1*. Ottawa (CA-ON): National Research Council Canada.

National Research Council Canada (NRC-CNRC) (2007) *Design fires for commercial premises – Results of Phase 2*. Ottawa (CA-ON): National Research Council Canada.

Nilsson, D. & Holmstedt, G. (2008) *Kompendium i Aktiva System - Detektion*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering. Rapport 7030. ISSN: 1402-3504.

Särdqvist, S. (1993) *Initial Fires. RHR, Smoke Production and CO Generation from Single Items and Room Fire Tests*. Lund: Departement of Fire Safety Engineering, Lund University. Report 3070. ISSN: 1102-8246.

Walton, W.D. & Budnick, E.K. (1988) *Quick Response Sprinklers in Office Configurations: Fire Test Results*. Gaithersburg (MD): U.S. Department of Commerce. NBSIR 88-3695.

Regelverk

Boverket (2008a) *Regelsamling för byggande, BBR 2008*. Karlskrona: Boverket. ISSN: 1654-8817.

Boverket (2008b) *Brandbelastning*. Karlskrona: Boverket. ISSN: 1400-1012.

Boverket (2006) *Utrymningsdimensionering*. Karlskrona: Boverket.

SBF 110:6 *Regler för automatisk brandlarmanläggning*. Stockholm: Svenska Brandförsvarsförbundet.

SFS 2003:778. *Lag om skydd mot olyckor*. Stockholm: Försvarsdepartementet.

SRVFS 2004:3. *Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om systematiskt brandskyddsarbete*. Karlstad: Statens räddningsverk. ISSN 0283-6165.

Övriga

Albin, J. (2001) *Brandskyddsdocumentation – Ombyggnation av ”Flanaden”*. Värnamo: Räddningstjänsten.

Department for Communities and Local Government (DCLG) (2006) *Fire Safety Risk Assessment - Large Places of Assembly*. London: Department for Communities and Local Government.

REFERENSER

Frantzich, H. & Nilsson, D. (2010) *BTR 2010 – Föreläsningsanteckningar*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering.

Nystedt, F. (2010) *BTR 2010 – Brandscenarier och dimensionerande bränder*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering.

Internet

Babrauskas, V., Fire Science and Technology Inc. (2006) *Temperatures in flames and fires*. <http://www.doctorfire.com/flametmp.html> [Hämtad 2010-02-26]

Boverket (2009) *BBR avsnitt 5 – Brandskydd*. <http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygg--och-konstruktionsregler-ESK/Boverkets-byggregler/BBR-avsnitt-5/> [Hämtad: 2010-01-27]

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) (2010) *IDA-portalen*. <http://ida.msb.se/port61/main/> [Hämtad: 2010-02-18]

Inspiration

Anbring, A., Lindbom, J., Nilsson, C. & Zetterlund, R. (2007) *Brandteknisk riskvärdering av Veddesta Köpcentrum*. Lund: Lunds Tekniska Högskola, LTH, Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering. Rapport 9329.

IDG.se (2009) *En rulltrappas själ*. <http://www.idg.se/2.1085/1.258215/en-rulltrappas-sjal> [Hämtad 2010-02-19]

BILAGA A

Ventilationskontroll

En förutsättning för att bränderna ska kunna tillväxa enligt effektutvecklingskurvorna är att tillräcklig mängd syre finns tillgänglig för förbränning. Om tillräckligt med syre finns till buds kallas branden bränslekontrollerad – det är mängden brännbart material som begränsar effektutvecklingen. Om otillräckligt med syre tillförs branden säger man att denna är ventilationskontrollerad.

En viktig del i att karakterisera ett brandförlopp är att ta reda på vad som kommer bli den begränsande faktorn, syret eller bränslet. För att branden skall kunna fortgå krävs minst 15 massprocent syre för att inte syremängden ska bli för låg (Karlsson & Quintiere, 2000). Initialt innehåller rummet 23 massprocent syre (normala luftförhållanden).

En förenklad metod för att kontrollera om branden är ventilations- eller bränslekontrollerad har använts. Där ges en maximal effektutveckling för en brand som funktion av brandrummets öppningsarea enligt följande ekvation (Jönsson, Bengtson & Frantzych, 2005):

$$\dot{Q} = 1500 \cdot A \cdot \sqrt{h} \quad (\text{A.1})$$

Där	\dot{Q}	maximal effektutveckling	[kW]
	A	arean för öppningen	[m ²]
	h	höjden för öppningen	[m]

Tabell A.1 *Maximal effektutveckling för brandscenarierna*

Butik	Area [m ²]	Höjd [m]	Effektutveckling [kW]
b.young, ”Rum 1”	12	3	31200
Gallerix	1,9	2,1	4130
H&M	12	3	31200
Lindex	9	3	23400

BILAGA B

Tid till övertändning

Övertändning definieras vanligen som ett snabbt övergångsstadium i ett brandförlopp som leder till en fullt utvecklad rumsbrand där allt brännbart material deltar i brandförloppet. Övertändning är ingen fix punkt i en brandutveckling men kan sägas vara när lågor slår ut genom öppningar i brandrummet, då temperaturen i brandgaslagret når över 600°C eller då strålningen mot golvet når 20 kW/m². Det är svårt att uppskatta dessa tider med vanliga plymkorrelationer eftersom brandgaser läcker ut ur brandrummet, kyls ner och blockerar strålningen.

För att beräkna den brandeffekt som krävs för övertändning i de olika scenarierna används McCaffreys, Quintieres och Harkleroads metod (Karlsson & Quintiere, 2000). Metoden bygger på att det finns en öppning som brandgaserna kan strömma igenom, saknas det öppning är metoden inte giltig. Resultaten ställs bredvid effektutvecklingskurvan för respektive scenario och tiden till övertändning kan utläsas.

Följande ekvation beräknar effekten vid övertändning:

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

Där	\dot{Q}_{FO}	effekt som krävs för övertändning	[kW]
	h_k	värmeförlustkoefficient genom omslutande ytor	[kW/m ² K]
	A_T	area för omslutningsytor exklusive öppning	[m ²]
	A_0	area för öppning	[m ²]
	H_0	öppningens höjd	[m]

Värmeförlustkoefficienten beror på omslutande ytors material och tjocklek som är okänt. Alla omslutande ytor approximeras som tjocka isoleringsskivor, vilket är konservativt, eftersom mindre värme förloras och övertändning sker inom kortare tid.

Ekvationen för värmeförlustkoefficienten under kort tid (omslutande ytor antas vara halvoändliga) uttrycks som:

$$h_k = \sqrt{\frac{kpc}{t}} \quad (\text{B.2})$$

Där	kpc	"fiber insulating board" = 20000 (Karlsson & Quintiere, 2000)	$[\text{W}^2 \text{s}/\text{m}^4 \text{K}^2]$
	t	aktuell tid för brand = längsta utrymningstid	$[\text{s}]$

Tabell B.1 *Nödvändig brandeffekt för övertändning*

Rum	A_T [m ²]	A_0 [m ²]	H_0 [m]	t [s]	h_k [kW/m ² K]	\dot{Q}_{FO} [kW]
b.young, Rum 1	307	34	4,0	120	0,0129	10014
Gallerix, Kontoret	60	1,9	2,1	120	0,0129	890
H&M, Butiken	253	253	4,0	164	0,011	29000
Lindex, Butiken	1485	9,0	3,0	290	0,0083	8460

Tiden till övertändning kan utläsas ur respektive dimensionerade bränders effektutvecklingskurvor. Den benämns t_{FO} .

Tabell B.2 *Tid till övertändning för respektive dimensionerade brand*

Butik, Zon	Brand	t_{FO} [s]
b.young, "Rum 1"	Test A	-
b.young, "Rum 1"	Test B	-
Gallerix, "Kontoret"	Gallerix	100
H&M, Butiken	Test A	-
H&M, Butiken	Test B	-
Lindex, Butiken	Test A	-
Lindex, Butiken	2x Test A	-

BILAGA C

Brandspridning mellan klädställ

Enligt Brandskyddshandboken (Jönsson, Bengtson & Frantzich, 2005) så krävs det en mottagen strålningsintensitet om 42 kW/m^2 för att bomull ska spontanantända efter cirka 5 sekunder. I denna bilaga undersöks hur troligt det är att en brand sänder ut tillräckligt hög strålning för att antända ett intilliggande klädställ på ett visst avstånd från branden. I Jönsson, Bengtson & Frantzich (2005) anger även att 25 kW/m^2 kan antända bomull efter långvarig strålning. Långvarig antas vara så pass lång tid att utrymningsförloppet är över och brandspridning är ointressant ur personsäkerhetssynpunkt.

För strålningstemperaturen, T , används värdet 1200 K då detta är det generella värdet för den kontinuerliga fasen i en öppen turbulent diffusionsflamma (Babrauskas, 2006). Brandskyddshandboken (2005) anger att temperaturen varierar mellan cirka 800 K och 1500 K . Strålningsintensiteten som sänds ut kan beräknas med följande ekvation:

$$\dot{Q}'' = \sigma \cdot \varepsilon \cdot (T_f^4 - T_0^4) = 94 \text{ kW/m}^2 \quad (\text{C.1})$$

Där	\dot{Q}''	utsänd strålning	$[\text{kW/m}^2]$
	σ	Stefan-Boltzmanns konstant = $5,67 \cdot 10^{-8}$	$[\text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4]$
	ε	emissivitet, antas till 0,8	$[-]$
	T_f	flamtemperatur = 1200	$[\text{K}]$
	T_0	temperatur på mottagande objekt = 293	$[\text{K}]$

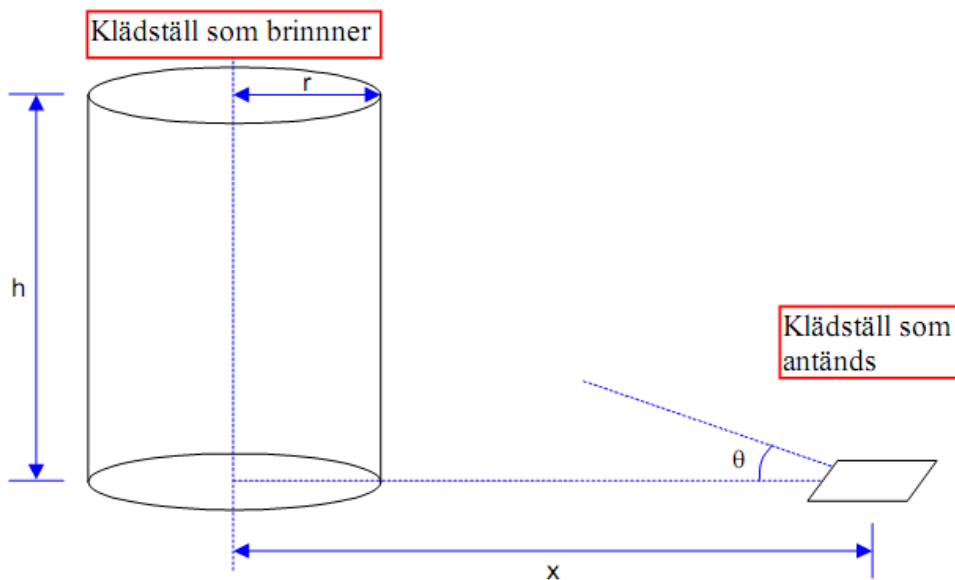
Den mottagna strålningen för ett annat klädställ beräknas med:

$$\dot{Q}_{12}'' = \phi \cdot \dot{Q}'' \quad (\text{C.2})$$

Där	\dot{Q}_{12}''	mottagen strålning = 42	$[\text{kW/m}^2]$
	ϕ	synfaktor	$[-]$
	\dot{Q}''	utsänd strålning = 94	$[\text{kW/m}^2]$

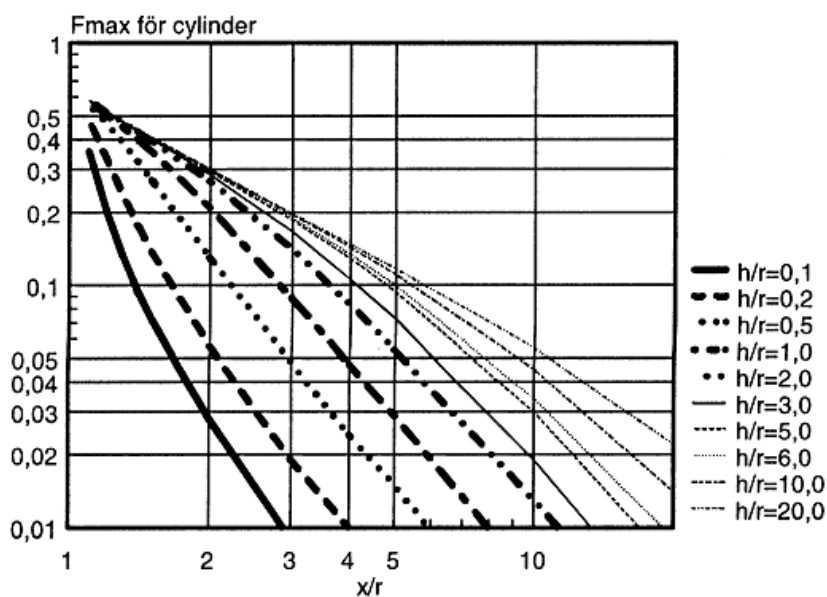
Synfaktorn måste alltså minst vara $42/94 = 0,45$ för att en brand ska kunna spridas till ett intilliggande klädställ.

Om flammans approximeras som en cylinder kan en beräkningsmetodik från Försvarets Forskningsanstalt (FOA) (1998) användas för att bestämma synfaktorn. I FOA (1998) benämns synfaktorn med vinkelkoefficienten och därifrån har följande figur (C.1) tagits, och modifierats, som illustrerar vilka parametrar som påverkar synfaktorn.



Figur C.1 Parametrar som påverkar synfaktorn (FOA, 1998).

Nedanstående figur (C.2) ur FOA (1998) visar hur synfaktorn (benämnd F_{max}) varierar med parametrarna i figuren ovan.



Figur C.2 Synfaktorn som funktion av höjd, radie och avstånd (FOA, 1998).

BILAGA C

Höjden på flammen antas variera mellan 1 och 2 meter och radien antas variera mellan 0,5 och 1 meter. Detta medför att kvoten h/r varierar mellan 0,5 och 4. En synfaktor på 0,45 medför att kvoten x/r blir ungefär 1,5 oavsett kvoten h/r . Detta medför att avståndet mellan det brinnande klädstället och ett intilliggande kan vara maximalt 1,5 meter (då radien på branden är 1 meter) för att branden ska kunna spridas inom kort tid.

Avståndet 1,5 meter, eller kortare förmodas finnas mellan klädställ i alla klädbutiker. (Vid detta korta avstånd kan brandspridning även tänkas ske via flamspridning, men detta analyseras inte vidare).



Figur C.3 Exempel på avstånd mellan klädställ, b.young.

Det kan antas att flammans radie i ett klädställ är konstant under hela brandförloppet, men att höjden är en funktion av effektutvecklingen enligt Heskestads korrelation för flamhöjd (Karlsson & Quintiere, 2000).

$$h = 0,235 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02 \cdot D \quad (C.3)$$

Där	h	flamhöjden = 1	[m]
	\dot{Q}	effektutveckling	[kW]
	D	brandens diameter = 2	[m]

Effektutvecklingen som krävs för att förhållandet ovan ska gälla är 600 kW, vilket inträffar efter 3 minuter för Test A och 2 minuter för Test B.

BILAGA D

Siktberäkningar

Beräkningarna bygger på en enzonmodell av brandrummet och förutsätter perfekt omblandning av brandgaserna.

Endast handberäkning av sikten kommer att utföras. Detta dels på grund av att de flesta kritiska förhållanden som uppkommer först är dålig sikt och dels för att andra handberäkningsmodeller inte anses vara tillämpningsbara i nödvändig omfattning. Dessa hade snarare bidragit till ökad osäkerhet istället för validering.

Sikten beräknas utifrån antaganden om att brandgaserna sprider sig momentant i hela butiken och att de omblandas i hela volymen. Detta kan ske då brandgastemperaturen är marginellt högre än luftens temperatur så att densitetsskillnaden blir liten. Sådana förhållanden kan uppstå tidigt i brandförloppet, innan ett tydligt brandgaslager bildats och långt ifrån brandkällan där brandgaserna kylts ner av den omgivande luften. De beräknade tiderna kommer att överskatta de verkliga tiderna, eftersom det tar tid för brandgaserna att transporteras mellan de olika zonerna i rummet.

Nilsson & Holmstedt (2008) anger förhållanden mellan sikten och den optiska densiteten som:

$$\text{Sikt} = \ln 10 / D_L \quad (\text{D.1})$$

Där D_L optisk densitet $[\text{m}^{-1}]$

Vidare uttrycks den optiska densiteten som:

$$D_L = D_0 \cdot \frac{m}{V} \quad (D.2)$$

Där	D_L	optisk densitet	$[m^{-1}]$
	D_0	rökpotential, materialegenskap	$[m^2/g]$
	m	massa brunnet material	$[g]$
	V	volym på rummet	$[m^3]$

Den utvecklade energin beror på massan uppbrunnet material enligt ekvation D.3.

$$Q = m \cdot \Delta h_{\text{eff}} \quad (D.3)$$

Där	Q	utvecklad energi	$[m^{-1}]$
	m	massa brunnet material	$[g]$
	Δh_{eff}	effektiv förbränningsentalpi	$[kJ/g]$

Tiden det tar för denna effekt att utvecklas fås genom att approximera effektutvecklingen för respektive dimensionerade brand som en linjär funktion av tiden och integrera.

$$\dot{Q} = a \cdot t \quad \Leftrightarrow$$

$$\frac{dQ}{dt} = a \cdot t \quad \Leftrightarrow$$

$$\int_0^Q dQ = \int_0^t a \cdot t \cdot dt \quad \Leftrightarrow$$

$$Q = a \cdot t^2 \cdot \frac{1}{2} \quad \Leftrightarrow$$

$$t = \sqrt{\frac{Q \cdot 2}{a}}$$

Där	\dot{Q}	effektutveckling	$[kW]$
	a	riktningskoefficienten	$[-]$
	Q	utvecklad energi	$[kJ]$
	t	tiden	$[s]$

BILAGA D

De ingående variablerna i ekvationerna ovan redovisas för varje butik i Tabell D.1.

Tabell D.1 *Variabler för siktberäkningar*

Variabel/Butik	b.young	Gallerix	H&M	Lindex
Sikt [m]	5	5	10	10
D_L [m^{-1}]	0,46	0,46	0,23	0,23
D_0 [m^2/g]	0,17 ¹	0,51 ³	0,17 ¹	0,17 ¹
V [m^3]	821	657	4410	1950
m [kg]	2220	593	5970	2640
Q [kJ]	44400	6700	119000	52800
Δh_{eff} [kJ/g]	20 ²	11,3 ³	20 ²	20 ²
a	3,83	5,6	3,83	3,83
t [s]	150	49	240	166

1. SFPE (2002)
2. Boverket (2008b)
3. Nilsson & Holmstedt (2008)

Tabell D.2 *Tid till kritiska siktnivåer enligt Argosimuleringar*

Variabel/Butik	b.young	Gallerix	H&M	Lindex
Sikt [m]	5	5	10	10
t [s]	127	95	210	210 & 240

BILAGA E

Indata Argos

Argos är en simuleringsmodell för spridning av brandgaser. Det programmet kan beräkna är brandgaslagrets höjd, sikt i rummet, strålning med mera. Dock finns det en del begränsningar för användande av programmet bland annat rummets geometri och antalet rum man kan modelera i samma scenario. Datorprogrammet bygger på en tvåzonsmodell vilket innebär att det delar upp brandrummet i två zoner, ett där brandgaser finns och ett där de inte finns, och tar inte hänsyn till eventuella skiktningar inom brandgaslagret. Tilläggas kan att programmet i ett första skede räknar som en enzonsmodell. Detta utifrån ett "maximum distance" som brandgaserna transporteras i rummet. Denna parameter kan sättas nära noll för att få en snabbare uppvärmning av brandgaserna och en snabbare övergång till en tvåzonsmodell.

BEGRÄNSNINGAR

- $\dot{Q} \geq 5 A\sqrt{H}$ – Annars bildas inget tydligt brandgaslager
- Max 5 rum – I ett och samma scenario för bästa giltighet

Rummens geometri:

- $L/W \leq 3$
- $L/W \geq 5$ – fungerar ej
- $H/L \leq 3-4$
- $H/L \geq 6$ – fungerar ej

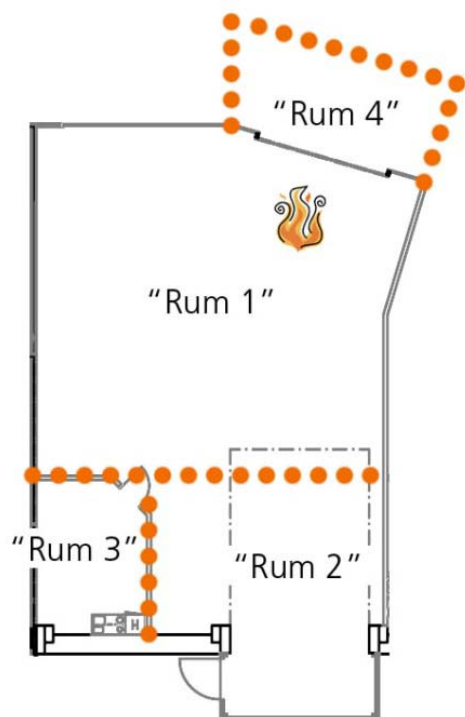
INDATA BRANDSCENARIER

Nedan följer indata för de brandscenarier som har simulerats i rapporten. Gemensamt för alla scenarier är att byggnadens ytterväggar, tak och golv består av betong medans innerväggar består av gipsskivor. Effekttutvecklingar har definierats som "data point fires" efter kurvor från tester. Den plymmodell som använts är Heskestads.

B.YOUNG

Tabell E.1 Rummens dimensioner för b.young

Rum	Placering	Area [m ²]	Takhöjd [m]	Max distance [m]
Rum 1	Butik	90	4,2	12
Rum 2	Butik	36	6,5	9
Rum 3	Kontor	14	2,7	5,7
Rum 4	Arkad	20	4,2	5

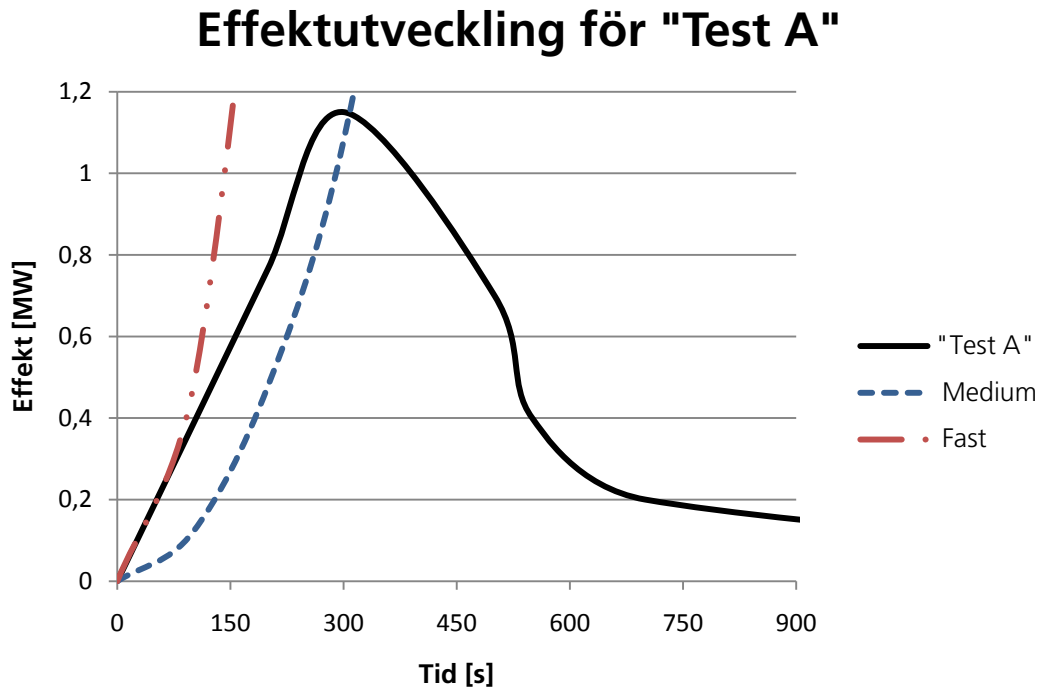


Figur E.1 Uppdelning av b.young i olika zoner, "rum", med brandstartplats

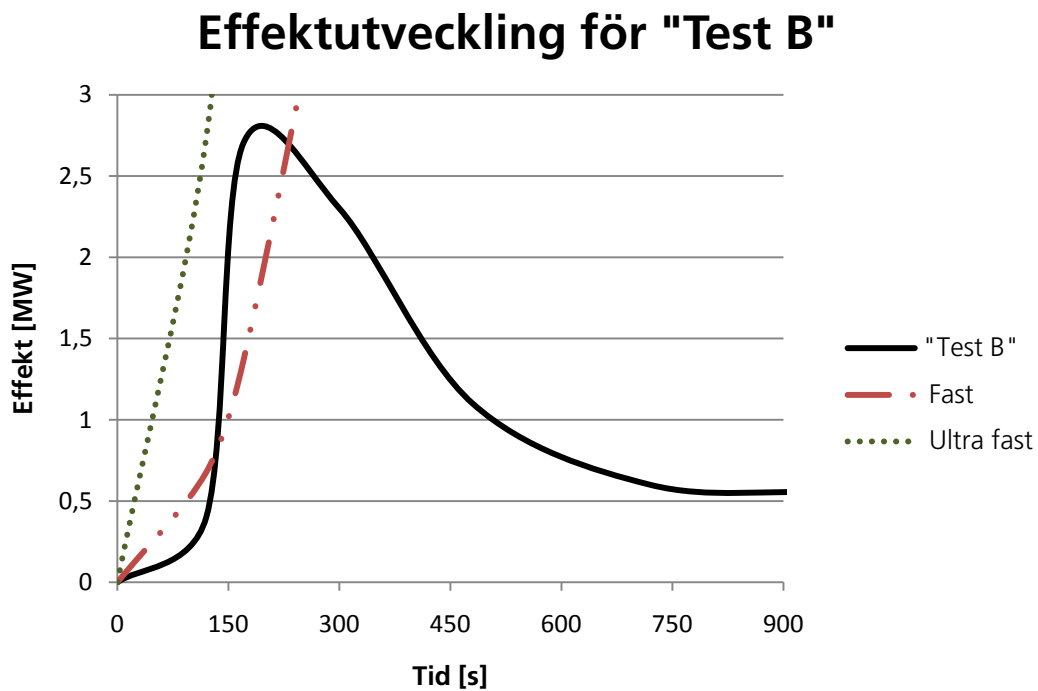
Tabell E.2 Öppningar mellan rummen [m²]

Rum/ Anslutning	Rum 2	Rum 3	Rum 4	Omgivning
1	Helt öppet 6 x 4,2	Öppen dörr 0,9 x 2,1	Ingång 3 x 4	-
4	-	-	-	Helt öppet 8 x 4,2

Brandens effektutveckling definieras som en data point fire efter experimenten som NRC-CNRC (2005 och 2007) utfört. Förenklade linjära förhållanden mellan tid och effektutveckling har lagts in enligt nedanstående figurer:



Figur E.2 Effektutvecklingskurva för "Test A" jämfört med αt^2 -kurvorna Medium och Fast.



Figur E.3 Effektutvecklingskurva för "Test B" jämfört med αt^2 -kurvorna Fast och Ultra fast.

Generella egenskaper för branden

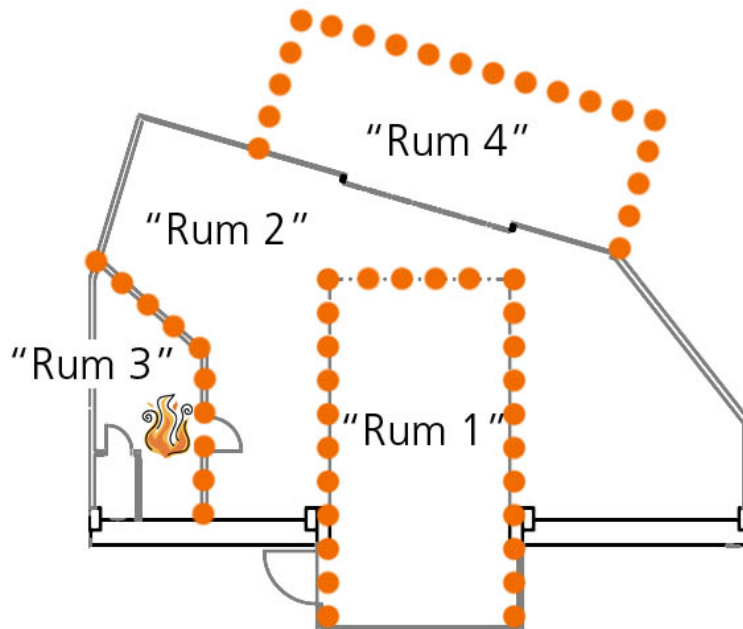
- Optisk rökdensitet 132 dB/m (SFPE, 2002)
- CO-potential 0
- CO₂-potential 0
- Annan giftpotential 0
- Strålningsfraktion 0,35

Standardvärden i Argos används utom för optisk rökdensitet.

GALLERIX

Tabell E.5 Rummens dimensioner för Gallerix

Rum	Placering	Area [m ²]	Takhöjd [m]	Max distance [m]
Rum 1	Butik	36	6,5	9
Rum 2	Butik	64	4,2	10
Rum 3	Kontor	12	2,7	3,2
Rum 4	Arkad	20	4,2	5



Figur E.2 Uppdelning av Gallerix i olika zoner, "rum", med brandstartplats

BILAGA E

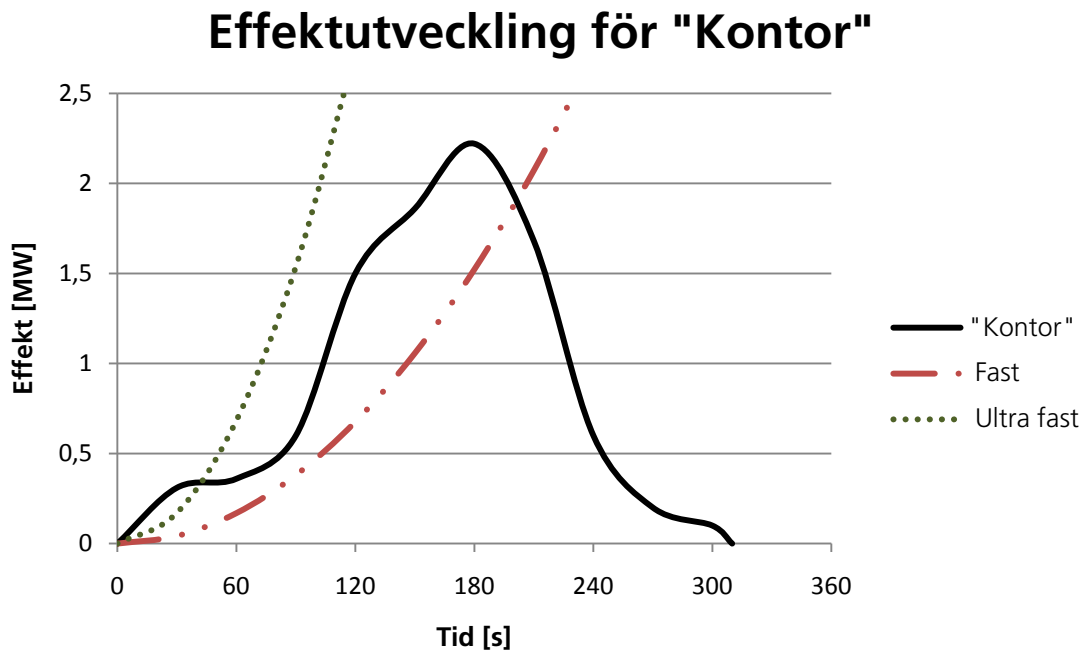
Tabell E.6 Öppningar mellan rummen [m²].

Rum / Anslutning	1. Butik (Hög takhöjd)	2. Butik (Låg takhöjd)	3. Kontor	4. Arkad
1. Butik (Hög takhöjd)	-	Öppet 6 x 4,2	-	-
2. Butik (Låg takhöjd)	Öppet 6 x 4,2	-	Öppen dörr 0,9 x 2,1	Öppen dörr 3 x 4
3. Kontor	-	Öppen dörr 0,9 x 2,1	-	-
4. Arkad	-	Öppen dörr 3 x 4	-	-

Tabell. E.7 Inredning i kontor, 10m², från Särdaqvist (1993).

Inredning	Area [m ²]	Bredd [m]	Höjd [m]	Massa [kg]	Massa papper [kg]	Material [-]
Skiljevägg	-	0,041	1,7	-	-	Hardboard med en yta av glasfiber
Skrivbord	1,8x0,6	-	0,76	59	14	Stålram med plastskena
Bokhylla	1,8x0,3	-	-	-	32	Stålkonstruktion
Byrå	-	-	-	-	6 + 6	Under skrivbord, två lådor
Stol	-	-	-	19,5	-	Stål och plast, vadderad
Arkiv	-	-	-	-	20 + 20	Fem lådor, stålkonstruktion. Endast fylld i två lådor.

Effektutvecklingskurvan för kontorsbranden (Särdqvist, 1993) finns som en förinställd data point fire i Argos. Förbrinntiden, de första 17 minuterna, har tagits bort.



Figur E.3 Effektutvecklingskurva för "Kontor" jämfört med α^2 -kurvorna Fast och Ultra fast.

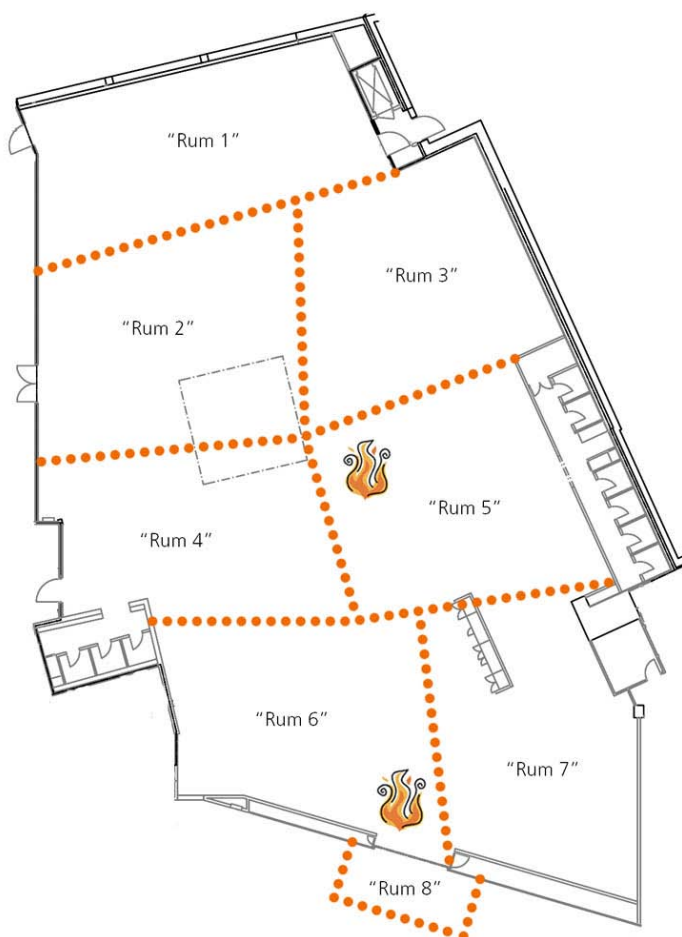
Generella egenskaper för branden

- Optisk rökdensitet 200 dB/m (Särdqvist, 1993)
- CO-potential 0
- CO₂ -potential 0
- Annan giftpotential 0
- Strålningsfraktion 0,35

Standardvärden i Argos används utom för optisk rökdensitet.

Tabell E.8. Rummens dimensioner för H&M

Rum	Area [m ²]	Takhöjd [m]	Max distance [m]
Arkad	16	4,2	5,7
1	150	4,2	17
2	150	4,2	17
3	150	4,2	17
4	150	4,2	17
5	150	4,2	17
6	150	4,2	17
7	150	4,2	17



Figur E.4 Uppdelning av H&M i olika zoner, "rum", med två olika brandstartplatser.

Alla rum är i Argos definierade med måtten 12,5 x 12 meter och helt öppna upp till taket mot varandra. Från butiken ut till arkaden finns en öppning vilken är 12 m².

Branden definieras identiskt med den som används för b.young.

Generella egenskaper för branden

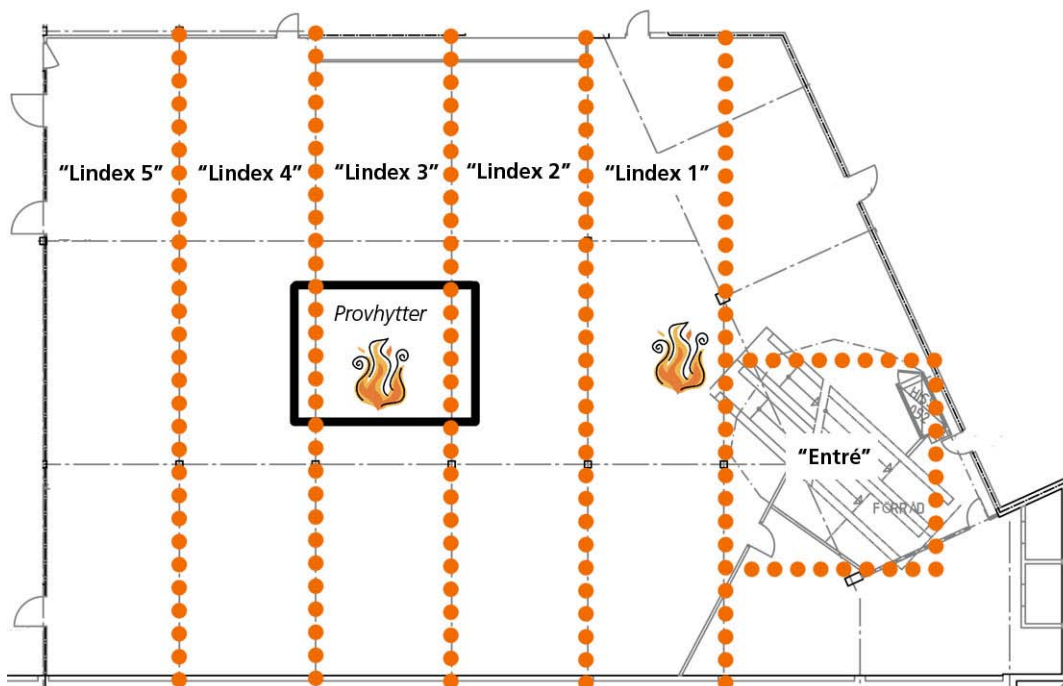
- Optisk rökdensitet 132 dB/m (SFPE, 2002)
- CO-potential 0
- CO₂-potential 0
- Annan giftpotential 0
- Strålningsfraktion 0,35

Standardvärden i Argos används utom för optisk rökdensitet.

LINDEX

Tabell E.9 Rummens dimensioner för Lindex

Rum	Placering	Area [m ²]	Takhöjd [m]	Max distance [m]
Entré	Entré	50	7,2	10,3
Lindex 1	Butik	120	3	9,4
Lindex 2	Butik	120	3	5
Lindex 3	Butik	120	3	5
Lindex 4	Butik	120	3	5
Lindex 5	Butik	120	3	5



Figur E.5 Uppdelning av Lindex i olika zoner, "rum", med två olika brandstartplatser.

BILAGA E

Tabell E.10 Öppningar mellan rummen [m²]

Rum / Anslutning	Entré	Lindex 1	Lindex 2	Lindex 3	Lindex 4	Lindex 5	Omgivning
Entré	-	Öppet 3x3	-	-	-	-	Öppen dörr 1,2x2,1
Lindex 1	Öppet 3x3	-	Öppet 2,5x24	-	-	-	-
Lindex 2	-	Öppet 2,5x24	-	Öppet 2,5x24	-	-	-
Lindex 3	-	-	Öppet 2,5x24	-	Öppet 2,5x24	-	-
Lindex 4	-	-	-	Öppet 2,5x24	-	Öppet 2,5x24	-
Lindex 5	-	-	-	-	Öppet 2,5x24	-	-
Omgivning	Öppen dörr 1,2x2,1	-	-	-	-	-	-

Branden definieras identiskt med den som används för b.young.

Generella egenskaper för branden

- Optisk rökdensitet 132 dB/m (SFPE, 2002)
- CO -potential 0
- CO₂-potential 0
- Annan giftpotential 0
- Strålningsfraktion 0,35

Standardvärden i Argos används utom för optisk rökdensitet.

BILAGA F

Utdata Argos

I denna bilaga presenteras all relevant information från simuleringarna i Argos, grafer och tabeller med data, vilka ligger till grund för tider till kritiska förhållanden.

Generellt för alla scenarier gäller att effektutvecklingen ut blir densamma som in då bränderna är bränselekontrollerade genom hela förloppen.

B.YOUNG

Kritisk höjd på brandgaslager för olika rum blir följande:

Rum 1: 2,0 m

Rum 2: 2,3 m

Rum 3: 1,9 m

Rum 4: 2,0 m

Kritisk sikt är 5 meter i brandrummet vilket motsvarar 2 dB/m.

Även om kriteriet för kritisk höjd på brandgaslager uppfylls i ett rum så råder det inte nödvändigtvis kritiska förhållanden i det rummet, andra kriterier måste också uppfyllas (se kapitel 4). Därför redovisas sikten i brandgaslagret i de fall då kritisk höjd på brandgaslager uppkommer. Om dålig sikt i brandgaslagret uppkommer innan brandgaslagret når kritisk höjd, så kommer tiden tills dess att brandgaslagret når kritisk höjd att användas som tid till kritiskt förhållande.

Tiderna avrundas till jämna trettiosekundersintervall.

Tabell F.1 *Tid till kritiska nivåer för Test A i rum 1*

Parameter / Rum	1 (s)	2 (s)	3 (s)	4 (s)
Temperatur [K]	300	-	-	-
Strålning [kW/m ²]	-	-	-	-
Höjd på brandgaslager [m]	240	210	300	235
10 m Sikt i rummet [m]	90	120	270	210
5 m Sikt i rummet [m]	127	180	270	-
Sikt i brandgaslager [m]	90	150	210	300

Tabell F.2 *Tid till kritiska nivåer för Test B i rum 1*

Parameter / Rum	1 (s)	2 (s)	3 (s)	4 (s)
Temperatur [K]	180	180	240	180
Strålning [kW/m ²]	-	-	-	-
Höjd på brandgaslager [m]	150	180	210	180
10 m Sikt i rummet [m]	90	120	-	180
5 m Sikt i rummet [m]	-	-	-	-
Sikt i brandgaslager [m]	90	120	180	150

I detta försök inträffar övertändning efter ett par minuter och därför kan inte alla parameterar anges korrekt.

Observera att Test A kan ge kritiska förhållanden innan Test B i vissa fall, då tillväxthastigheten är något snabbare för Test A i det initiala brandförloppet.

GALLERIX

Den kritiska höjden på brandgaslagret för de olika utrymmena presenteras nedan. Höjden är beräknad med ekvation 4.2:

- Rum 1: 2,3 m (Del av butik med hög takhöjd)
- Rum 2: 2,0 m (Del av butik med lägre takhöjd)
- Rum 3: 1,9 m (Kontor)
- Rum 4: 2,0 m (Arkad)

Kritisk sikt är vald till 5 meter i brandrummet vilket motsvarar 2 dB/m. Valet av detta avstånd motiveras med att lokalen är nägorlunda liten och överblickbar.

BILAGA F

I Tabell F.5 anges tiderna till kritiska nivåer för den simulerade kontorsbranden.

Tabell F.5 *Tid till kritiska nivåer för kontorsbrand hos Gallerix*

Parameter / Rum	1 (s)	2 (s)	3 (s)	4 (s)
Temperatur [K]	-	-	-	-
Strålning [kW/m ²]	-	-	90	-
Höjd på brandgaslager [m]	150	180	10	180
10 m Sikt i rummet [m]	-	-	-	-
5 m Sikt i rummet [m]	90	90	120	-
Sikt i brandgaslager [m]	-	-	-	-

H&M

Kritisk höjd på brandgaslager är 2 meter i alla rum. Kritisk sikt är 10 meter, vilket motsvarar en optisk densitet på 1 dB/m.

Det är endast sikten som når kritiska förhållanden på H&M och det är något svårtolkat när detta uppstår men uppskattas till någonstans mellan tre och fyra minuter för både "Test A" och "Test B". Kurvan för optisk densitet stiger snabbt upp till kritiska värden i brandrummet för att sedan sjunka igen och stiga över kritiska nivåer någon minut senare, både i brandrummet och i annat rum.

LINDEX

Nedan sammanfattas tiderna till kritiska nivåer i varsin tabell för de simulerade fallen.

Tabell F.6 *Sammanfattning över tider till kritiska nivåer för en brand i klädställ vid rulltrappan vid en 1,15 MW brand [s]*

Rum	Temperatur	Strålning	Sikt	Brandgaslager
Entré	-	-	120	-
Lindex 1	-	-	240	-
Lindex 2	-	-	480	-
Lindex 3	-	-	240	-
Lindex 4	-	-	360	-
Lindex 5	-	-	-	-

Tabell F.7 *Sammanfattning över tider till kritiska nivåer för en brand i provrum, mitt i butiken, vid en 1,15 MW brand [s]*

Rum	Temperatur	Strålning	Sikt	Brandgaslager
Entré	-	-	360	-
Lindex 1	-	-	210	600
Lindex 2	-	-	300	870
Lindex 3	-	-	420	1280
Lindex 4	-	-	1500	510
Lindex 5	-	-	210	390

Tabell F.8 *Sammanfattning över tider till kritiska nivåer för en brand i två klädställ bredvid rulltrappan vid en 2,3 MW brand [s]*

Rum	Temperatur	Strålning	Sikt	Brandgaslager
Entré	-	-	60	270
Lindex 1	240	240	150	420
Lindex 2	-	-	330	390
Lindex 3	-	-	240	370
Lindex 4	-	-	180	360
Lindex 5	-	-	270	340

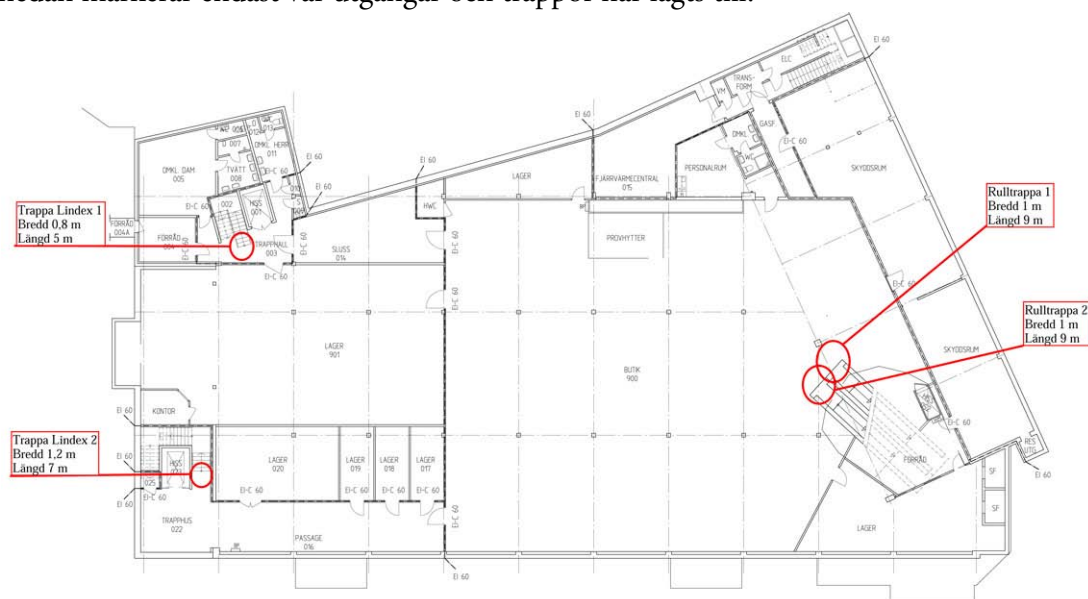
BILAGA G

Simulex

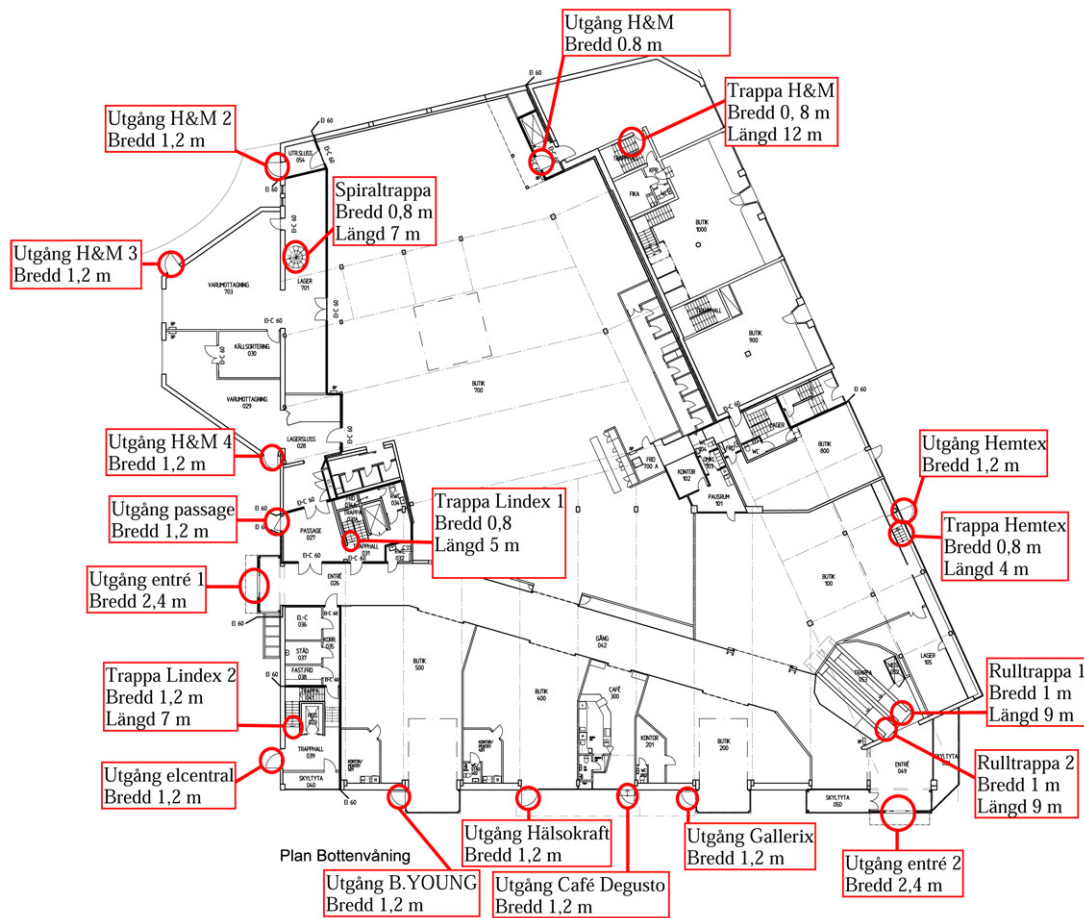
Simulex är ett grafiskt datorprogram som simulerar utrymningsförlopp från byggnader och presenterar tiden som detta tar. Programmet läser in tvådimensionella ritningar från till exempel CAD. Till ritningarna läggs trappor som länkar samman våningsplan samt utgångar som markerar att utrymningsförloppet tar slut.

Alla röda ringar på ritningarna nedan markerar platser där en utgång eller trappa lagts in. Dessa har en viss längd och/eller bredd som mätts upp vid platsbesöket eller på ritningarna. Längden på trappor med avsats har angetts inklusive längden på avsatsen. Utgångar eller trappor som är direkt kopplade till en annan, smalare passage anges med den smalare bredden.

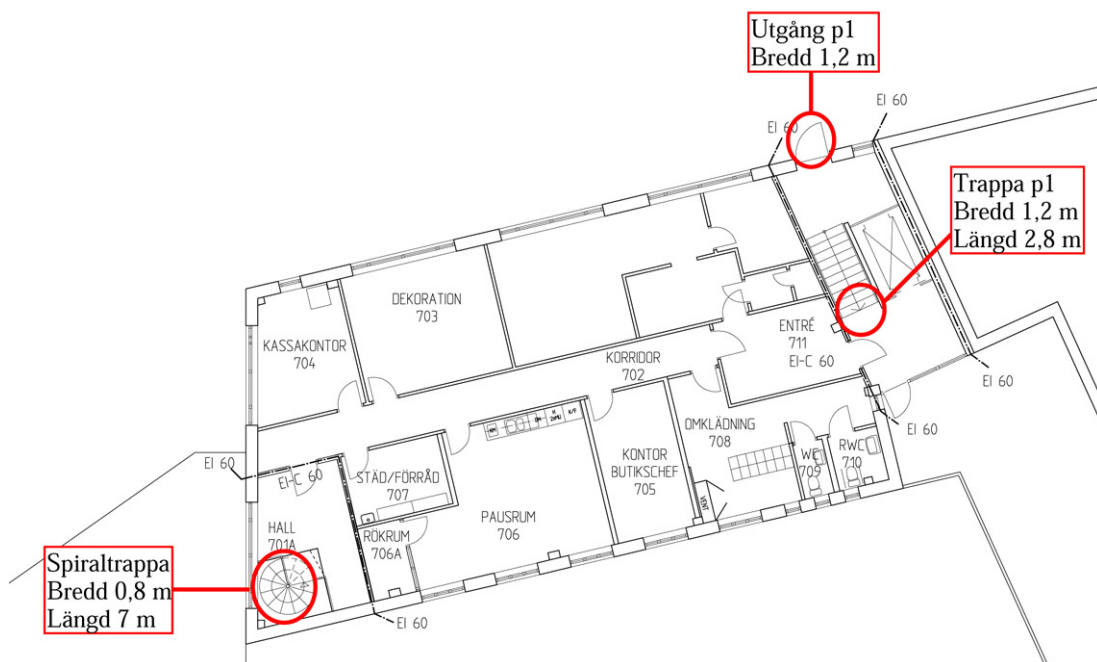
Dessa ritningar liknar inte exakt de som används i Simulex. CAD-ritningarna har formaterats genom att mängder med streck, markeringar, text och annat som inte är väggar eller rena hinder i byggnaden har plockats bort. Dessa bifogas inte i rapporten. Ritningarna nedan markerar endast var utgångar och trappor har lagts till.



Figur G.1 *Utgångar och trappor på källarplan*



Figur G.2 Utgångar och trappor på bottenvåningen



Figur G.3 Utgångar och trappor på plan 1

BILAGA G

Samtliga individer som används i simuleringarna karaktäriseras som "shoppers". Denna kategori innefattar olika typer av personer med olika egenskaper enligt Tabell G.1.

Tabell G.1 *Egenskaper för "shoppers"**

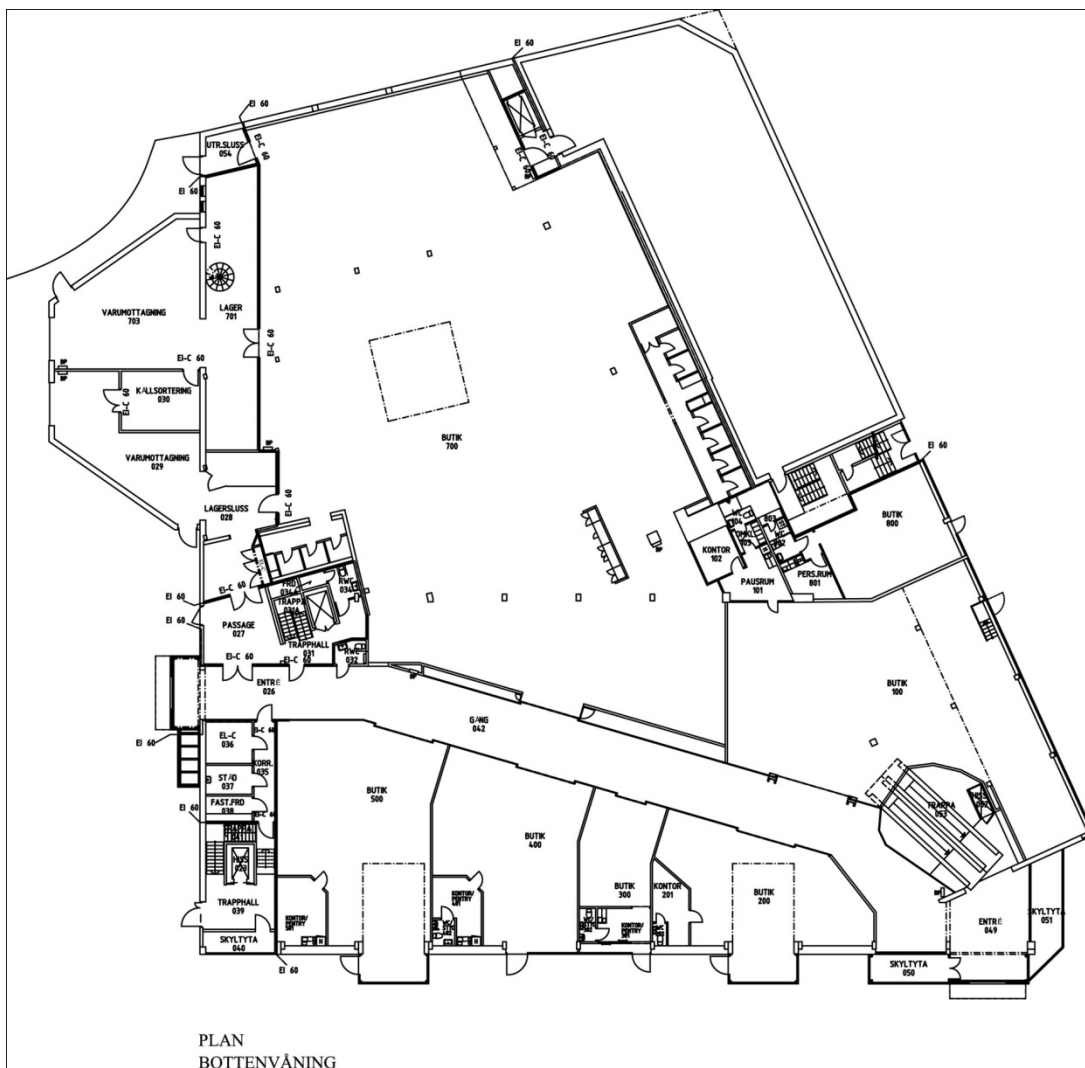
Persontyp	Andel av totalt antal	Medelhastighet (m/s)	Variation (m/s)
Adult male	35 %	1,35	± 0,2
Adult female	40 %	1,15	± 0,2
Child	15 %	0,9	± 0,3
Elderly	10 %	0,8	± 0,3

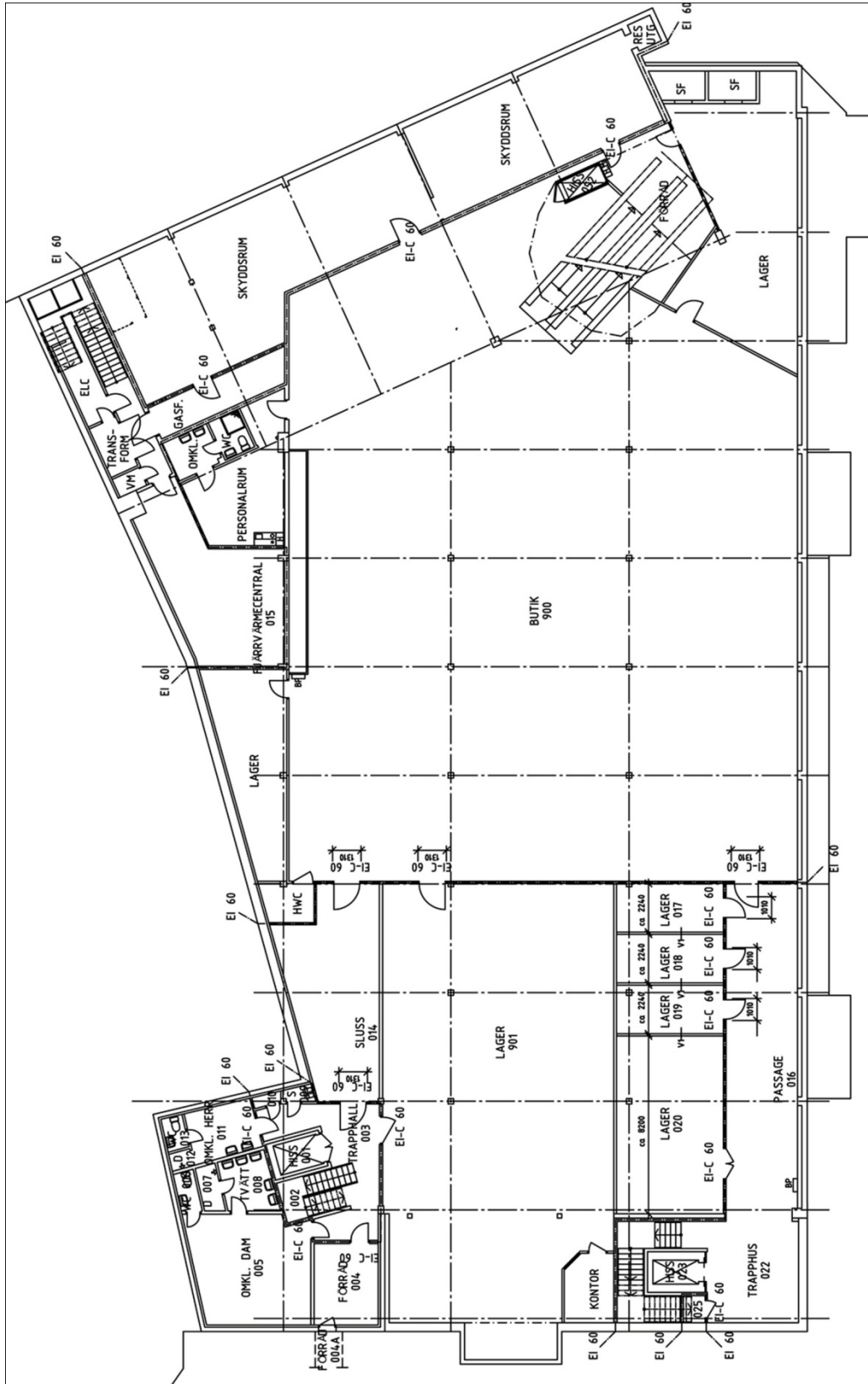
* Samtliga individer går cirka 50 procent långsammare i trappor.

BILAGA H

Ritningar

Följande figurer är utskrivna CAD-ritningar över Galleria Flanaden i Värnamo. Dessa är tillhandahållna av Prima Arkitekt AB och har bland annat använts som underlag för Simulexsimuleringar.





PLAN
KÄLLARVÅNING

BILAGA H



PLAN VÅN 1 tr

BILAGA I

Enkätundersökning

Här följer den enkätundersökning som ansvarig personal i respektive butik ombads att delta i samt resultatet av denna.

ENKÄT

Vi är en grupp brandingenjörsstudenter från Lunds Tekniska Högskola som utvärderar personsäkerheten vid brand och utrymning i Galleria Flanaden. Den här undersökningen kommer att användas i utbildningssyfte och som underlag för utvärderingen.

*Vi är mycket tacksamma om ni vill ta er tid att svara på nedanstående frågor så ärligt som möjligt. **Alla svar är anonyma.***

1. Butikens namn?
2. Hur många anställda har ni?
3. Hur många kunder vistas normalt i er butik under en arbetsdag?
4. Hur många kunder brukar som mest vistas i er butik vid ett och samma tillfälle?
5. Har er butik några rutiner för personalens agerande vid en eventuell brand och/eller brandlarm/utrymningslarm i gallerian?

Om ja,

Beskriv rutinerna!

6. Har er personal genomgått någon brandskyddsutbildning?

Om ja,

Hur ofta?

När var senaste utbildningstillfället?

Vad ingick i utbildningen?

7. Vet du vad systematiskt brandskyddsarbete är?

Om ja,

Finns det dokumenterat?

8. Hur bedömer du din och dina kollegors riskmedvetenhet på en skala från 1–10? (Med avseende på brand- och personsäkerhet i gallerian).

1 = "Inte alls riskmedveten", 5 = "Något riskmedveten", 10 = "Mycket riskmedveten"

Tack för din medverkan och dina svar!

Jonatan, Robin, Mari och Frans

SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTSVAREN

Tabell I.1 Sammanställning av enkätsvar från Galleria Flanaden

Fråga	Svar	Svar	Svar
1	b.young	Hälsokraft	Café DeGusto
2	4	4	2-3
3	ca 80	70-90	20
4	ca 100	ca 10	10-15
5a	Ja	Ja	Ja
5b	Öppna nödutgången, få ut alla kunder och samlas på "vår" plats på pakeringen	Utrymma butiken via nödutgången. Personalen går till tidigare bestämd samlingsplats	Vi stänger av huvudströmbrytaren och går ut genom nödutgång
6a	Länge sedan	Ja	Ja
6b	-	Var tredje år	-
6c	-	2007	Januari 2010
6d	-	-	-
7a	Nej	Nej	-
7b	-	-	-
8	10	10 (Vi behöver en kontinuerlig uppgradering)	5

Fortsättning på nästa sida.

BILAGA I

Fråga	Svar	Svar	Svar
1	Gallerix	Lindex	Hemtex
2	2	7	3
3	75-150	-	ca 200
4	? 10	-	20 (vid jul betydligt mer)
5a	Ja	Ja	Ja
5b	Kasta ut kunderna, se till så att butiken är tom. Vänta in besked vid ingången	Finns beskrivning hur vi agerar i fikarum och lager. Vem gör vad	Vi har en personalhandbok där vi går igenom rutiner för brand och säkerhet. Minst en gång om året och vid ny personal.
6a	Ja	Ja	Ja, BC har. Övrig personal har fått HLR samt genomgång av säkerhetshandboken
6b	Någon gång	1 gång/år	1 gång/år
6c	Något år sedan	November 2009	April 2009
6d	Släcka med brandsläckare	Brand, utrymning	Bombhot, brand, rån, hotfulla situationer, nyckel, rutiner, kassaskåp, krisgrupper, utrymningsplan mm
7a	Nej	Ja	Ja
7b	-	Ja	Ja
8	5	6	10

H&M tilläts inte delta i enkätundersökningen av sin säkerhetsavdelning och därför saknas svar från dem.

